انتشارات دانشگاه تهران
۲۸

اصول گداز و استخراج فلزات

جلد اول

متالورژی عمومی

دکتر یگانه حایری
استاد دانشکدهٔ فنی

۱۳۲۷

انتشارات دانشگاه تهران

۲۸

اصول گداز و استخراج فلزات

جلد اول

متالورژی عمومی

دکتر یگانه حایری
استاد دانشکدهٔ فنی

۱۳۲۷

دیباچه

بنام پروردگار دانا و توانا

اگر تمدن امروزی در لباس صنایع جلوه گری مینماید پیکر صنایع نیز که اسباب کار هر نوع اختراع و ترقی محسوب میشود استوار به مصالحی میباشد که با آنها ساخته و پرداخته میشود . درمیان مصالح صنعتی آنکه نقش بزرگتر ووظیفه مهمتر در توسعه روز افزون فنون مختلف عهده‌دار است بلاشك مواد فلزی یعنی فلزات خالص و همبسته ها و ترکیبات متنوع آنهاست.

همانطور که اعصار متوالی تاریخ بشر پس از« عهد حجر » بنام فلزات نام و نشانه گذاری شده ودر این سفر طویل و پر حادثه این مواد طبیعی همیشه دردفاع وحمله رفیق راه انسان وشریك رنج وشادی او بوده اند،در زندگی آتیه هم نیازمندیهای وی از بهره بر داری بیشتر و کاملتر از این گنجینه های طبیعت فزونی خواهد یافت

بنابر این علم متالورژی یا دانش «**گداز و استخراج فلزات**» راکه از طرز تدارك و استعمال فلزات و همبسته‌های آنها گفتگو میکند باید یکی از اساسی‌ترین ومهمترین علوم مهندسی دانست .

زیرا ازدریچه این علم است که خواص عجیب فیزیکی، میکانیکی وشیمیائی فلزات و آلیاژهارا پیدامیکنند .

فن متالورژیست که جواب احتیاجات گوناگون صنایع اعم از رشته‌های الکتریك اتومبیل سازی ، کشتی و هواپیما و کارخانجات و تأسیسات شیمیائی وغیره را بایدبدهد . اگر متالورژی نمیتوانست پا بپای فکر ودست بشر پیش رفته،هزاران هزار نوع مصالحی راکه باید دارای خواص متضاد استحکام ونرمی ودوام ودقت باشد بقیمت ارزان تهیه نماید مرکب ترقیات و اختراعات و اکتشافات از منزل اول جلو تر نمیرفت .

با آغاز عصر اتم نیز وظیفه مصالح فلزی در تأمین آسایش و سعادت بشر پایان

نخواهد یافت، بلکه بتناسب افزایش قدرت پیدایش نیازمندیهای، جدید بکمیت و کیفیت تقاضاهای مربوطه بان چندین برابر مزید خواهد گشت .

اصول متالورژی در کلیه شعب مهندسی دانشگاههای جهان بطور کلی تدریس میشود ولی در رشته‌های معدن و استخراج فلزات و مهندسی شیمی با تفصیل و علاقه بیشتری مورد مطالعه قرار میگیرد .

دانشکده فنی دانشگاه تهران که دارای شعب مهندسی معدن و شیمی علاوه بر شعب دیگر میباشد از این امر بر کنار نبوده و از ابتداء بدان علماً و عملاً توجه کرده است .

از زمانیکه نگارنده مفتخر بتدریس متالورژی در دانشکده فنی شدم همواره حس میکردم که فقدان کتب فنی بزبان فارسی تاچه اندازه درك مطالب را برای دانشجویان دشوار میسازد و تهیه جزوه با همه کوشش و اهتمام معلم و شاگرد چیزی جز بدل ناقص نمیباشد و مخصوصاً رفع نیازمندیهای بعدی وحل مشکلات و مطالعات عمیق و تکمیلی دوران عمل را نمیکند . بنا براین آرزو داشتم روزی وسائل دانشگاه قادر بر رفع این اشکال گردیده با طبع و نشر کتب فنی و علمی جدید خدمت شایانی بدانشجویان و مهندسین و ارباب فن میهن عزیز بشود .

کتاب « **اصول گداز و استخراج فلزات** » که اینك بهمت دانشگاه بطبع رسیده از سه بخش درسه مجلد جداگانه بدین ترتیب تشکیل شده است :

جلد اول (بخش نخست) در باره مطالب وطرق و عملیات مختلف که در تدارك و تهیه بسیاری از فلزات عمومیت داشته بحث میکند و بدان « متالورژی عمومی » اطلاق میشود.

جلد دوم (بخش دوم) از گداز و استخراج آهن وطرق تهیه پولاد و خواص آن بحث میکند .

جلد سوم (بخش سوم) شامل طرق گداز و استخراج فلزات صنعتی مهم بغیر از آهن و پولاد میگردد .

مطالب این کتاب که بمراتب مفصل تر از برنامه متالورژی سال سوم وچهارم شعبه معدن دانشکده فنی میباشد و نیز شامل کلیه عملیات متالورژی است که در مؤسسات و معادن دولتی در کشور عزیز انجام میگیرد در نتیجه تجربیات چندین سال

تدریس وتفحصات ومطالعات زیاد بانهایت دقت تألیف گردیده ،

امید است که این خدمت نا قابل مورد توجه دانش پروران ومهندسین و ارباب صنایع قرار گیرد . واگر هر آینه در ضمن استفاده وبررسی به لغزش‌ها و اصطلاحات نا یاب ونامأنوس بر خورده ودر مطالب آن نقیصه‌هائی مشاهده نمودند بلطف ومرحمت خود اینجانب را متذکر و آگاه فرمایند تادر چاپ های بعدی اصلاح گردد

یگانه حایری

تهران ۸ آبان ماه ۱۳۲٦

۳۱ اکتبر ۱۹٤۷

فهرست مطالب بخش نخست

بخش نخست

اصول گداز و استخراج فلزات

پیش گفتار

واژه متالوژی (۱) از دو واژه یونانی متالون (۲) بمعنی فلزات وارگوس (۳) یعنی کار گرفته شده پس متاللورژی بمعنی فن و دانش جدا نمودن فلزات از مواداولیه و سنگهای معدنی و سپس تصفیه و مهیاساختن آنها برای بکاربردن و استفاده در طرق گوناگون صنایع میباشد . درسده نوزدهم میلادی تعریف متاللوژی فقط شامل عملیات استخراج فلزات از مواد معدنی و تصفیه بعدی آنها میگردید و طرز آماده نمودن و آراستن آنها برای صنایع مختلف از وظایف و مفهومات متاللوژی نبود ولی امروز مشاهده میشود که اغلب مهندسین و متخصصین گداز و استخراج فلزات در رشته اخیر یعنی در آراستن و وفق‌دادن فلزات برحسب تقاضاهای بی‌شمار صنایع همت میگمارند زیرا با پیدایش دانش متالوگرافی (٤) یعنی آزمایش فلزات درزیرمیکروسکوپ وتوسعه و بسط عملیات حرارتی وآب‌دادن و سخت‌کردن دانش متاللوژی بسیار توسعه یافته و به سه قسمت اصلی تقسیم میگردد :

۱ـ متاللورژی شیمیائی (٥) شامل تمام عملیات واصول شیمیائی که در روش های استخراج وتصفیه فلزات ازمواد اولیه وسنگهای کانی بکارمیرود میباشد .

۲ـ متاللورژی فیزیکی (٦) شامل اشکال وساختمان اعضاء متشکله درونی وبیرونی فلزات و همبسته‌های آنها میگردد و از مباحث ومطالب متالوگرافی ـ آزمایش های میکانیکی وعملیات حرارتی صحبت میکند .

۳ـ متاللورژی میکانیکی (۷) که شامل عملیات وطرق تغییرشکل و درآوردن فلزات باشکال مختلف و مناسب می‌باشدمیگردد .

تاریخ گداز فلزات ـ طرز آغاز متاللورژی در اسرار و خرافات عهود گذشته پیچیده شده و چندان روشن نیست ولی آثار و علائمی موجود است که نشان میدهد

Metallography -٤ Ergos -٣ Metallon -٢ Metallurgy -١
Meckanical Metallurgy-٧ Physical Metallurgy-٦ Chemical Metallurgy-٥

چینی‌ها اطلاعاتی راجع بخواص بعضی از فلزات و مخصوصاً طرز آب دادن پولاد و اعطاءنمودن خواص آهن‌ربائی بدان داشته وعمل‌میکردند . ظاهراً چنین آورده شده که خاور دور مرکز و منشاء علم متالورژی‌بوده‌و گفته شده است که فینیقیها از یکی ازممالك کنارهٔ اقیانوس‌هند به‌سوریه ولبنان وسواحل‌شرقی مدیترانه هجرت نموده‌اند این قوم دراستخراج معادن وصنعت کارکردن با فلزات مهارت بسزائی‌داشته‌و بمنظور تحصیل ثروت ومواداولیه فلزات به‌اسپانیا وبعداً بانگلستان طی‌طریق کرده وبدینقسم تمدن شرق را با خود بمغرب‌زمین بردند .

البته فلزاتیکه در وهله اول مورد استفاده بشر قرارگرفته است آنهائی‌هستند که در زمین بحالت آزاد طبیعی (ناتیو) (Native) و یابحالت اکسید یافت میشوند و سردسته آنها طلا است ؛ زیرا طلا و نقره و مس و آهن در کتب مقدس آسمانی ذکر شده‌است. اکسیدهای‌آهن‌ومس وقلع را میتوان بوسیله گرمادادن با زغال‌چوب احیاء نمود و قسمت فلزی آنها را آزاد ساخت و اگر برحسب اتفاق سنگهای معدنی اکسیده نسبتاً خالص باشند فلزات آزادشدهٔ حاصله خالص بوده و دیگر هیچگونه احتیاجی بعملیات تصفیه نخواهند داشت . البته مس بتنهائی بآسانی گداخته نمیشود و اگر در سنگهای معدنی مس و قلع هردوباهم در طبیعت در یکجا بوجودآمده باشند آنوقت در اثر گرما بسهولت گداخته شده و تولید همبستهٔ (۱) کـه معروف به برنز (Bronze) یا (مفرغ) است مینماید وعصر برنز که درتاریخ بلافاصله پس‌ازعصر حجر آمده‌است ازاین‌لحاظ بودکه بشر دراین دوره بعضی‌ازفلزات را کشف نموده و آنها ومخصوصاً برنز را مورداستفاده قرارداد .

انسان ماقبل تاریخ آشنائی و اطلاعاتی فقـط بخواص شش فلز داشت و آنها عبارت بودند ازطلا ـ نقره ـ سرب ـ قلع ـ آهن (پولاد) ومس(برنز) ولی‌بقیه عناصر فلزی‌که امروز تقاضا و نیازمندیهای متنوع دنیای صنعتی و متمدن را استرضا و تأمین میسازد درسده‌های اخیرومخصوصاً در سده نوزدهم و بیستم میلادی کشف گردیده‌اند .

کاوش و جستجو برای فلزات و بسط و نفوذ تمدن در نقاط مختلف کره زمین

---

(۱) Alloy

بستگی مستقیمی با یکدیگر دارند زیرا اگر نظری بتاریخ بشر بیافکنیم مشاهده خواهیم کرد که درهر زمان اشخاصی بمنظور پیدا کردن فلزات گرانبها هر گونه خطرات و مشقاتی را متحمل شده و برای بدست آوردن آنها و تحصیل ثروت باقصی نقاط کره زمین رفته و هم اکنون میروند . در اثر پیشرفت علم و تمدن درممالك همجوار دریای مدیترانه نیازمندیهای انسان بفلزات ومخصوصاً بفلزات گرانبها روبفزونی گذاشته وعملیات جستجو و کاوش شدیدتر گردید . بطوریقین میتوان گفت که مسافرت فینیقیها بممالك دوردست ساحلی مدیترانه وهجوم ژول سزار (Julius caesar) بانگلستان و تسخیر ان فقط بمنظور بدست آوردن سنگهای معدنی قلع بود که با مخلوط کردن آنها با سنگهای معدنی و دیرگداز مس گداختن آنرا آسان مینمود ودر نتیجه همبسته برنز بدست میامد که از آن سکه وبسیاری ازلوازمات جنگی و مهمات ساخته میشد بهمین دلیل کلمبوس امریکارا کشف کرد وبعداً مهاجرتهای زیادی بنقاط امریکای جنوبی و مرکزی بدین منظور صورت گرفت .

فتوحات اسپانیائیها در مکزیك وپرو برای بدست آوردن طلا و نقره از بهترین داستانهای تاریخ بشمار میرود .

نسبت استخراج معادن وثروت مملکت ـ میتوان گفت که بعدازحرفه کشاورزی صنعت استخراج معادن و فلزات از سنگهای طبیعی و معدنی بزرگترین و مهمترین مولد ثروت میباشد . این نسبت همیشه ودرتمام عهود زندگی بشر صادق بوده وامروز بیش ازهرحقیقتی روشن‌تر میباشد زیرا دراین دنیای مادی وصنعتی برد باکشوری است که ازمنابع زیرزمینی وطبیعی خود بوجه احسن واکمل استفاده نماید ووضعیت اقتصادی مرتبی برای خود ایجاد نماید .

اکتشاف امریکا بوسیله کریستوف کلمب امپراطوری اسپانیارا دارای بزرگترین منبع ثروت و مکنت نمود . سیادت اقتصادی امپراطوری انگلستان وقدرت صنعتی آن برروی استفاده ازمنابع زغال وآهن وفلزات دیگر که درمستعمرات و مستملکات آن یافت میشود برپا گردید. قدرت جنگی آلمان متکی بر قدرت و نبوغ صنعتی آن بود و ثروت عجیب وقدرت صنعتی محیر العقول وشگفت انگیز ایالات متحده امریکا نیز برروی

استفاده ازمنابع طبیعی وزیرزمینی آن استوار گردیده .

اززمان ماقبل تاریخ جنگهای بشر غیرازعده معدودی که جنبه مذهبی ومحرك مذهبی داشته تماماً دارای هدف مادی واقتصادی و برای تسخیر ثروت چه خام و چه ساخته‌شده وبدست آمده‌بوده ومیباشد . پس‌برواضح است که کشوریکه هیچگونه اقدامی‌درباره‌استفاده ازثروت‌ومنابع طبیعی‌ومواهب‌الهی‌خود نمیکند نمیتوانداستقلال اقتصادی داشته‌باشد زیرا وضعیت مادی‌واجتماعی آن همیشه دست‌خوش تغییرات دول بزرك وغنی‌میباشد .

فصل یکم

کانیها و عناصر فلزی

تمام اجسام و اشیائی که درزمین موجودند برحسب عقیده عمومی برسه دسته بزرك یعنی حیوانات . نباتات وجمادات تقسیم شده‌اند ولی از نقطه‌نظر دانش شیمی کلیه اجسام به‌دودسته منقسم میباشند :

اول ـ اجسام و مواد آلی (اورگانیك)(۱) که شامل حیوانات و نباتات میگردند

دوم ـ اجسام ومواد معدنی (این‌اورگانیك)(۲) که‌جمادات بدان‌تعلق‌میگیرد .

زمین‌شناسان به‌تمام اشیاء با دیده دیگری‌نگاه کرده‌ومیگویندزمینی که‌مادر آن زیست میکنیم ازیك هسته‌مرکزی‌موسوم‌به(سانتروسفیر(۳))وقشرجامد زمین به(لیتو اسفیر)(٤)ومایع روی‌زمین(هیدرواسفیر(٥))وهوا و بخارات‌بالاتر یعنی(اتمواسفیر)(٦) تقسیم شده‌اند . این کلیات وتقسیمات بزرك در دانش شیمی‌بجزئیات تفکیك گشته زیرا معلوم شده که تمام‌اجسام واشیائیکه درتقسیمات‌نامبرده موجودند ازاختلاط وآمیزش یك یا چند عنصر از کلیه ۹۲ عنصر مختلف ترکیب یافته‌اند و ازاین ۹۲ عنصر ٨٦ عدد آنها بطور یقین ومثبتی معلوم گشته‌وبوسیله اسپکترو اسکوپ(۷)بوجود ٥ عدد بقیه پی‌برده‌اند .

عناصر نامبرده برحسب‌خواص مختلفی که ذکرخواهد شد‌به‌فلزات، شبه‌فلزات و غیرفلزات دسته‌بندی شده‌اند واز عناصر فلزی فقط ٤٠ عدد آنها دردسترس صنایع قرار گرفته ونیازمندیهای متنوع بشررا استرضاء مینمایند .

از این ٤٠ عدد فقط ۷ عنصر فلزیست که ۹۹/٥ در صد کلیه محصولات فلزی جهان را تشکیل داده وازاین مقدارآهن بتنهائی‌شامل۹۳ درصد میگردد .

۱- Organic ۲- Inorganic ۳- Centrosphere ٤- Lithosphere ٥- HydrosPhere
٦- Atmosphere ۷- Spectroscope

جرم مخصوص پوسته سنگی کره زمین بین ۲/۵ و ۲/۷ میباشد ولی معدل جرم مخصوص تمام کره زمین در حدود ۵/۵ تعیین شده بدین دلیل میتوان اظهار نمود که بدون شك و تردید قسمت درونی کره زمین از عناصر فلزی نسبتاً سنگین‌وزن ترکیب یافته است. از بررسی و محاسبه امواج زلزله‌ها تعیین گردیده که قطر زمین درحدود ۶۲۰۰ میل و یا ۹۹۲۰ کیلومتراست وکلفتی پوسته سنگی آن در حدود ۸۵۵ میل و یا ۱۳۶۸ کیلومترمیباشد. محاسبه جرم مخصوص قسمت درونی کره‌زمین نشان‌میدهد که در حدود ۷/۸ میباشد و این عددبرابروزن‌مخصوص‌شهاب های‌فلزی آسمانی (۱) است که از کواکب جدا شده ودائماً برروی زمین افکنده میشوند. تجزیه شیمیائی ۳۱۸ شهاب فلزی نشان داده است‌که ترکیب شیمیائی آنها نسبتاً ثابت و مقادیرعناصر ترکیب کننده آنها عبارتند از ۹۰/۸٪ آهن ۸/۵٪ نیکل ۰/۵٪ کبالت ومقادیر کمی از عناصر دیگر فلزی. این حقیقت بسیاری از زمین‌شناسان را متقاعد ساخته که قسمت مرکزی کره زمین کم و بیش دارای همین ترکیب است ولی در دانش گداز فلزات آشنائی بترکیب قسمت پوسته کره زمین و دانستن مقادیرعناصرموجود مفیدتر ومهمتر میباشد ودرجدول زیر مقدار درصد مهمترین عناصریکه در قشر زمین موجود است بیان گردیده.

جدول یکم

ترکیب میانه عناصریکه درپوسته زمین موجودند

اسم عنصر		مقدار در صد	اسم عنصر		مقدار در صد
اکسیژن	O	٪ ۴۶/۴۶	فسفر	P	٪ ۰/۱۲
سیلیسیم	Si	٪ ۲۷/۶۱	کربن	C	٪ ۰/۰۹
الومینیم	AL	٪ ۸/۰۷	مانگانیز	Mn	٪ ۰/۰۹
آهن	Fe	٪ ۵/۰۶	گوگرد	S	٪ ۰/۰۶
کلسیم	Ca	٪ ۳/۶۴	کلر	Cl	٪ ۰/۰۵
سدیم	Na	٪ ۲/۷۵	فلر	F	٪ ۰/۰۳
پتاسیم	K	٪ ۲/۵۸	استرنشیم	Sr	٪ ۱/۰۲
مانیزیم	Mg	٪ ۲/۰۷	بقیه عناصر	—	٪ ۰/۵
تی تانیم	Ti	٪ ۰/۶۲			
هیدروژن	H	٪ ۰/۱۴			

۱ — Meteorite

کانیها ـ کانه و یا سنگ معدنی ماده طبیعی است که در آن یك یا چند عنصر فلزی به کیفیت و کمیتی موجود باشد که بتوان آنرا با استفاده بازرگانی و اقتصادی جدا نمود و استخراج کرد . فلز آهن را ممکن است از بسیاری از کانیها استخراج نمود ولی استخراج این عنصر فقط از کانیهای اکسیده آن که از ۳۵ در صد به بالا آهن دارند مقرون بصرفه بوده‌وارزش اقتصادی دارد . البته ارزش اقتصادی و قابلیت بهره‌برداری واستخراج موادمعدنی بستگی بچندین عامل متغیر دارد که مهمترین آنها عبارتند از :

۱ـ عدم وجود عناصر وناخالصیهای دیگر درکانه فلزبخصوص .

۲ـ مقدار ذخیره ومحل جغرافیائی معدن .

۳ـ نسبت محل بوسایل وتسهیلات حمل‌ونقل موجود .

مثلا اگریك کانی آهن فقط محتوی ۲۵٪ آهن بشکل Fe_2O_3 باشد نمیتوان آنرا کانی آهن نامید زیرا اگرچه ممکن است این مقدار آهن را استخراج نمود ولی نمیتوان در بازار فلزات آنرا عرضه نمود و با آهنی که معمولا از کانی‌های غنی‌تر یعنی آنهائی که دارای ۵۰ـ۶۰ در صد آهن میباشند رقابت بازرگانی نماید .

محل جغرافیائی معدن و دسترسی بوسائل و تسهیلات حمل‌ونقل گاهی اوقات باعث میشود که یك کانی کم عیاری قابل استفاده واقع شود ؛ مثلا اگر یك کانی در حدود ۱۵۰ گرام درتن نقره داشته باشد و دسترس کافی بوسائط حمل و نقل ارزان داشته باشد بهره‌برداری واستخراج آن با صرفه‌تراز کانی غنی‌تر و پرعیارتو می‌میباشد که درنقطه دوردستی واقع شده باشد ودسترسی بوسائط حمل و نقل جدید موتوری نداشته باشد .

البته نباید فراموش کرد که ترقیات و پیشرفتهائیکه در تهیه مواد کانی و دانش‌گداز فلزات همواره میشود تغییرات مهمی در ارزش وبهاء کانیها ومواد اولیه دیگر وارد میسازد ، مثلا در ۵۰ سال قبل کم عیارترین کانی مس که استخراج اقتصادی و بازرگانی آن ممکن بود سنگ معدنی مسی بود که لااقل در حدود ۲/۵

در صد محتوی مس فلزی بود ولی امروزه درنتیجه بهبودی‌هائیکه[۱] درعملیات خورد کردن، آسیا کردن و پرعیار نمودن بوسیله دستگاههای شستشوی مختلف ودستگاههای فلوتاسیون[۲] میشود ممکن است کانیهای مس که شاید کمتر از $\frac{1}{2}$ درصد محتوی مس فلزی میباشند با صرفه فوق‌العاده استخراج نمود. با همین وسائل امروزه ممکن شده است که بسیاری از کانیهای مختلط و درهم که دارای چندین عنصر فلزی ازقبیل سرب و روی و آهن ومس میباشند بوسیله شستن و عمل کردن با دستگاه فلوتاسیون انتخابی یا تفریقی[۳] ازیکدیگر جدا نمود وهریك ازعناصر جداشده‌را جهت استخراج و گداز آماده نمود.

انواع کانیها - از نقطه نظر متالورژی کانیهاو مـواد اولیه فلزات را به ۵ نوع یا حالت متمایز تقسیم نموده‌اند و عبارتنداز: ۱ـ خالص طبیعی ۲ـ اکسید ۳ـ سولفور ۴ـ کربنات ۵ـ سیلیکات

بنابراین کلیه سنگهای معدنی که در گدازفلزات بکارمیروند ومورداستفاده واقع میشوند شامل یك یاچندحالت نامبرده دربالا میشوند. ازانواع پنجگانه نوع دوم یعنی حالت اکسیدی دردرجه اول وفور واهمیت میباشد زیرا تمام کانیهای آهن-الومینیم-قلع وتااندازه مس ازاین نوع میباشند.

دردرجه‌دوم سولفورها می‌آیند زیرا اغلب کانیهای سرب، روی، مس، انتی موان جیوه وغیره دراین‌حالت بوجود آمده‌اند. عناصریکه در حالت خلوص طبیعی در قشر زمین یافت میشوند عبارتند ازطلا ونقره ومس وبعضی‌ازفلزات دیگر. کربناتها شامل کانیهای آهن. مس و روی بوده ومهمترین عناصریکه از نوع سیلیکاتهااست مس، روی و نیکل میباشند.

حالات نامبرده بالا در سنگهـای مختلف و در طبقات قشر زمین بوجـود آمده‌اند و چـون طرز و چگونگی پیدایش هریك از آنها مختلف و مخصوص بخود میباشد بنابراین نمیتوان برای کلیه آنها یك طریقه کلی و روش استخراج و گدازی وضع نمود.

Differential Flotation —۳ Flotation —۲ Beneficiation —۱

بطور کلی در صنعت متالورژی قسمتی که از اصول و قوانین روشهای مختلف استخراج عناصر فلزی از کانیها و مواد اولیه بحث میکند به متالورژی شیمیائی [۱] نامیده شده و این قسمت بنوبه خود به سه بخش مهم تقسیم شده است که عبارتند از :

۱ـ پیرو متالورژی [۲] که در آن تمام فعل و انفعالات شیمیائی بوسیله حرارتیکه از سوزانیدن سوختی حاصل میشود انجام میگیرد .

۲ـ الکترو متالورژی [۳] که در آن نیروی برق مستقیماً مانند الکترولیز و یا غیرمستقیم مثل کوره‌های الکتریکی بکار میرود .

۳ـ هیدرو متالورژی [٤] که در آن استخراج فلزات بوسیله عملیات شیمیائی که در حرارت کم و محلولها رقیق وقوع می‌یابند انجام میگیرد.

اگر از کلیات صرف نظر نموده و طرق و راههای مختلف استخراج فلزات را با دقت بیشتری تقسیم نمائیم مشاهده خواهیم کرد که تمام روش و رویه‌هائیکه امروزه در صنعت گدازفلزات معمول و متداول گشته شامل یك یا چند طریقه زیر میگردند.

۱ـ احیاء نمودن کانیهای اکسیده و تبدیل آنها به عناصر فلزی آزاد (الف) بوسیله کربن (ب) بوسیله فلزات دیگر .

۲ـ تشویه کانیهای سولفوره و تبدیل آنها به اکسید وسپس احیاء نمودن اکسید به فلز آزاد .

۳ـ تجزیه و تفکیك شیمیائی املاح معدنی با مساعدت فلزات دیگر .

٤ـ تجزیه و تفکیك الکتریکی (الکترولیز) در مایعات الکتریکی (الکترو لیت)

۵ـ تجزیه و تفکیك مضاعف شیمیائی و الکتریکی .

٦ـ طرق شیمیائی دیگر که شامل طرق نامبرده در بالا نمیگردند

مهمترین اصل و طریقه استخراج عناصر فلزی از مواد طبیعی همانا طریقه (۱) و مخصوصاً قسمت (الف) آن میباشد زیرا بطوریکه بعداً مفصلا ملاحظه خواهد شد کلیه آهن و پولاد و مقدار زیادی مس و سرب و روی در نتیجه احیاء نمودن کانیهای

۱ـ Chemical Metallurgy ۲ـ Pyrometallurgy ۳ـ Electrometallurgy
٤ـ Hydrometallurgy

اکسیده آنها بوسیله دغال(کربن) بدست میآید . طریقه (۱)قسمت(ب) در استخراج و گداز الومینیوم و(تانگستن) بطریقه الومینو ترمیك Alumino thermic بکارمیرود طریقه۲ در استخراج سرب وروی مورد استفاده واقع میگردد،درصورتیکه استخراج انتیموان وبیزموت بطریقه ۳ انجام میشود $Sb_2S_3+3\ Fe=2\ Sb+3\ FeS$

روش ٤ در استخراج الکتریکی فلزات مس،روی وقلع ازطرفی و فلزات شبیه بخاك مانندسدیم وپتاسیم وکلسیم ومانیزیم از طرف دیگرمعمول ومتداول گشته است .

طریقه ٥ در استخراج مس و روی عمل میشود و طریقه ٦ یعنی طرق شیمیائی مختلف در استخراج طلا بوسیله گداز وتحلیل آن در سرب(کوپلاسیون[۱])و طریقه سیانوراسیون[۲]وطریقیکه برای سلی نیوم ـ تلوریم ـ رادیوم. توریم معمول است بکارمیرود

فلزات

عناصر شیمیائی را بر حسب خواص و مشخصات معینی به فلزات و غیر فلزات تقسیم بندی نموده اند ولی چون نمیتوان حدود قاطع و متمایزی بین این دو دسته قائل شدآن عده از عناصر که دردارا بودن ونشان دادن خواصیکه ذکر شدمعتدل ومتوسط میباشدبه شبه فلزات نامیده میشوند .

تعریف فلز ـ فلز یك عنصر شیمیائی ساده ایست که دارای جلای فلزی بوده ومیتواندجانشین عنصر هیدروژن دراسیدها بشود ودر تجزیه الکتریکی باراالکتریکی[۳] مثبت برداشته و بر روی کاتود[٤] آزاد میگردد .

بنابر این غیر فلزعنصر شیمیائی بوده که جلای فلزی ندارد و هنگام تجزیه الکتریکی بارالکتریکی منفی بر داشته و بر روی سطح انود[٥] آزاد میگردد.

بعلاوه عنصر فلزی دارای خواص ارتجاعی استحکام ـ سفتی وچقرمه گی[٦]. سختی و نرمی بوده واز خود قابلیت تورق ومفتول شدن وهدایت حرارت و نیروی برق ومقاومت در برابر اسیدها و رطوبت نشان میدهد .

عناصری که خواص نامبرده را بیش از سایر عناصر فلزی دارا بوده و بدین جهت

Cathode –٤ Electrical Charge –۳ Cyanidation –۲ Cupellation -۱

Toughness –٦ Anode –٥

بیشتر مورد استفاده در صنایع مختلف چـه در حالت خلوص و آزاد وچـه در حالت همبسته (۱)(آلیاژ)قرار میگیرند در جدول زیر نام برده شده اند

جدول دوم ـ فلزات صنعتی

عناصر فلزیکه هم بطورخالص وهم بطور همبسته بکار میروند				عناصر فلزیکه فقط بطور همبسته بکارمیروند			
الومی نیم	AL	رودیم	Rh	انتی موان	Sb	مانگانیز	Mn
آهن	Fe	سرب	Pb	ارسنیك	As	یورانیم	U
ایریدیوم	Ir	سلینیم	Se	بریلیم	Be	وانادیم	V
باریم	Ba	سدیم	Na	بیزموت	Bi		
پلاتینم	Pt	کادمیم	Cd	تلوریم	Te		
پلادیم	Pd	کلسیم	Ca	تی تانیم	Ti		
تان تالم	Ta	کرم	Cr	زیرکونیم	Zr		
تانگستن	W	طلا	Au	سریم	Ce		
توریم	Th	لیتیم	Li	کبالت	Co		
جیوه	Hg	قلع	Sn	کلمبیم	Cb		
روی	Zn	نقره	Ag	سیلیسیم	Si		
ملیبدنم	Mo	نیکل	Ni				
مس	Cu	مانیزیم	Mg				

بررسی و مطالعه برروی اجسام فلزی جهت آشنائی و تعیین نمودن خواص فیزیکی آنـها معمولا در تحت دو عنوان صورت میگیرد .

اول خواص فیزیکی همگانی فلزات ازقبیل وزن مخصوص، خواص آهن ربائی، قابلیت گداز، هدایت حرارت، و الکتریسته و معمولا اینگونه تحقیقات و تفحصات در آزمایشگاه فیزیکی انجام میگیرد .

دوم خواص میکانیکی است مانند خاصیت کشش ، خمش، قابلیت تورق و مفتول شدن، سختی وخستگی که معمولا درآزمایشگاه میکانیکی مقاومت مصالح انجام میگیرد. اینك بطور تفصیل بشرح هردو خواص عمومی میپردازیم .

Alloys —۱.

خواص فیزیکی فلزات

جرم یا وزن مخصوص (۱) ـ اغلب فلزات باستثناء چند عدد از آب سنگین‌تر میباشند و بمنظور درجه بندی آنها برحسب این خاصیت فلزات را با آب سنجیده و واحد سنجش را مقدار حجم آب در ۱۵ درجه سانتی‌گراد که مساوی و برابر وزن حجم یك فلز میباشد ملاك عمل گرفته‌اند . درجدول‌زیر وزن‌مخصوص‌فلزات مهم صنعتی بترتیب داده شده‌است .

جدول دوم ـ وزن مخصوص فلزات

اسم فلز	علامت شیمیائی	وزن‌مخصوص	اسم فلز	علامت شیمیائی	وزن‌مخصوص
ازمی‌یوم	Os	۲۲/٤۸	آهن	Fe	۸/٦۹
ایریدیم	Ir	۲۲/٤۲	مانگانیز	Mn	۷/۳۹
پلاتینم	Pt	۲۱/۷۰	قلع	Sn	۷/۳۰
تانگستن	W	۲۰/۲۰	روی	Zn	۷/۱۲
طلا	Au	۱۹/۲۰	کروميم	Cr	۷/۱۰
یورانیم	U	۱۸/٦۹	تلوریم	Te	٦/۲۵
تانتالم	Ta	۱٦/٦۰	ارسنیك	As	۵/۷۲
جیوه	Hg	۱۳/٦۰	وانادیم	V	۵/۷۰
رودیم	Rh	۱۲/٤۰	تی‌تانیم	Ti	٤/۵۰
پلادیم	Pd	۱۲/۱٦	باریم	Ba	۳/۷
سرب	Pb	۱۱/۲۵	الومینیم	Al	۲/۷
نقره	Ag	۱۰/۷۵	سیلیم	Si	۲/۳٤
ملیبدنم	Mo	۱۰/۲	مانیزیم	Mg	۱/۷٤
بیزموت	Bi	۱۰/۰٤	کلسیم	Ca	۱/۵۵
مس	Cu	۸/۹٤	سدیم	Na	۰/۹۷۲ —
کبالت	Co	۸/۹۲	پتاسیم	K	۰۸/۷۵ —
نیکل	Ni	۸/۹۱	لیتیم	Li	۰/۵۹ —
کادمیم	Cd	۸/۷۰			

۱ — Density

پیکر های جدول بالا متعلق بوزن مخصوص فلزات و عناصر نسبتاً خالص بوده و وزن مخصوص حقیقی فلزات صنعتی و بازرگانی که در درجات مختلف خلوص و پاکی بکارمیروند باارقام بالا اندکی تفاوت دارند، بعلاوه وزن مخصوص فلزیکه در تحت عملیات سخت و شدید مکانیکی مانند چکش خواری و مفتول شدن در آمده و در نتیجه ذرات و ملکولهای آن کاملا بهم فشرده و نزدیک تر شده اند باهمان فلزیکه در تحت اینگونه عملیات واقع نشده است فرق دارد .

جلاء ـ یکی از خواص ذاتی فلزات که آنها را از شبه و غیره فلزات کاملا در نظر متمایز میسازد جلاء آنها میباشد زیرا فلزات عموماً پس از اندکی سائیدن و پرداختن جلاء و رونق بخصوصی بخود میگیرند که بهجلای فلزی معروف و کاملا باجلای شیشه‌ای فرق دارد .

رنك ـ بعضی از فلزات دارای رنگهای بخصوص بوده و مهمترین آنها از اینقرارند :

سفید نقره‌فام مانند نقره .

مایل بسفید نقره‌ای مانند طلای سفید ـ الومینیم ـ قلع ـ نیکل

مایل بآبی مانند انتی‌موان ـ سرب ـ روی

مایل بسرخی مانند بیزموث

برنك زرد مانند طلا و همبسته‌های مس و روی (برنج) ومس و الومینیم .

قرمزرنك مانند مس .

قابلیت گداخته[۱] شدن ـ خاصیتی است که فلزات در برابر درجات گرما از خود نشان داده و برحسب این خاصیت فلزات را به زودگداز ـ میان گداز ـ تقسیم نموده‌اند . بغیر از جیوه و گالیوم[۲] که درحرارت معمولی (۱۵درجه سانتی گراد) بحالت مایع میباشند تمام عناصر دیگر جامد و سخت بوده و فقط در نتیجه ازدیاد درجه گرما رفته رفته نرم شده و بعداً ذوب میگردند . در جدول چهارم درجات گداز و قلیان فلزات مهم صنعتی بترتیب صعودی در دو سیستم سانتی گراد و فاهر

Gallium —۲ Fusibility —۱

نهایت داده شده است . البته درجات حقیقی فلزات صد در صد خـالص قدری بیشتر خواهد بود .

هدایت الکتریسته ـ درجه هدایت نیروی برق در جسمی عبارت است ازقدرت هدایت یك واحد طول آن جسم در واحد مساحت مقطع و اندازه معکوس مقاومت میباشد . چون ساختمان درونی فلزات ازبلورهای مشخصی تشکیل یافته است آزمایش معلوم نموده است که نیروی برق در درون بلورها بهتر هدایت میشود تا از یك بلور به بلور دیگـر بعبارت دیگر میتوان مقاومت یك جسم فلزیرا باکوچك نمودن و ریز کردن بلورهای ترکیب کننده آن زیادتر نمود . بعلاوه وجود ناخالصیها در فلزی ولو بمقادیر بسیار کم و ناچیز از درجـه هدایت آن کاسته و برمقاومت آن میافزایـد . مثلا اضافه نمودن ۰/۰۰۳ در صد ارسنیك و یا ۰/۰۰۸ در صد انتیموان به مس خالص درجه هدایت این فلز را در حدود ۱ در صد تنزل میدهد،همچنین اگر درجه گرمای فلزی بالا رود و یا اینکه تحت عملیات میکانیکی‌سخت درآید،مقاومت اهمی آن زیاد میگردد . درجدول‌چهارم هدایت نسبی‌فلزات مهم برحسب هدایت الکتریکی نقره که ۱۰۰ گرفته‌شده داده شده‌است .

هدایت گرما ـ مانند هدایت نـیروی برق، عناصر فلزی از مهمترین‌هادیهـای گرمـا و حرارت‌بشمار میروند. سنجش هدایت گرمـا عبارتست از قوت و قدرت هدایت گرمائی واحد طول و یـا واحد کلفتی جسمی در واحد مساحت مقطع آن جسم . در جدول چهارم‌هدایت‌نسبی فلزات بازبرحسب نقره که ۱۰۰ گرفته شده است مشاهده میشود .

جدول چهارم ـ بعضی ازخواص فیزیکی فلزات

اسم فلز	درجهٔ گداز		درجه قلیان		هدایت نیروی برق	هدایت گرما	نمره اتمی
	سانتیگراد	فاهرنهایت	سانتیگراد	فاهرنهایت			
جیوه	۳۹-	۳۸-	۳۵۷	٦٧٤	۱/۷	۱/۸	۸۰
قلع	۲۳۲	٤٤۹	۲۲٦۰	٤۱۰۰	۱۱/۲	۱۵/۲	۵۰
بیزموت	۲۷۱	۵۲۰	۱٤۵۰	۲٦٤۲	۱/۱	۱/۸	۸۳
کادمیم	۳۲۱	٦۱۰	۷٦٦	۱٤۰٤	۲۱/۱		٤۸
سرب	۳۲۷	٦۲۱	۱٦۲۰	۲۹٤۸	۷/٦	۸/۲	۸۲
روی	٤۱۹	۷۸۷	۹۰۵	۱٦٦۱	۲٦/۰	۲۸/۱	۳۰
انتی موان	٦۳۰	۱۱٦۷	۱۳۸۰	۲۵۱٦	۳/۵	٤/۲	۵۱
مانیزیم	٦۵۱	۱۲۰٤	۱۰۹۷	۲۰۰۷	۳۰/۸	۳۷/٦	۱۲
الومینیم	٦٦۰	۱۲۲۰	۱۸۰۰	۳۲۷۲	۵۳/۰	٤۸/۰	۱۳
مس	۱۰۸۳	۱۹۸۱	۲۳۵۰	٤۲۵۹	۹٤/۰	۸۹/۰	۲۹
مانگانیز	۱۲٦۰	۲۲۷۲	۱۹۰۰	۳٤۵۲			۲۵
نیکل	۱٤۵۵	۲٦۵۱	۲۹۰۰	۵۲۵۲	۱۱/۸	۱٤/۰	۲۸
کبالت	۱٤۸۰	۲٦۹٦	۳۰۰۰	۵٤۳۲	۱٦/۳		۲۷
آهن	۱۵۳۵	۲۷۹۵	۳۰۰۰	۵٤۳۲	۱۷/۷	۱۸/۰	۲٦
کرومیم	۱۵۵۰		۲٤۸۰				۲٤
واناديم	۱۷۱۰	۳۱۱۰	۳۰۰۰	۵٤۳۲			۲۳
ملبدنم	۲٦۲۰	٤۷٤۸	۳۷۰۰	٦٦۹۲	۳۲/۲		٤۲
تانگستن	۳۳۷۰	٦۱۰۰	۵۹۰۰	۱۰٦٤۲	۲۸/۹		۷٤
نقره	۹٦۱		۲۲۱۰		۱۰۰	۱۰۰	
طلا	۱۰٦۳		۲۹٦٦				

خواص مکانیکی فلزات

توانائی و استحکام (۱) ـ توانائی جسمی عبارتست از مقاومت و ایستادکی آن دربرابرفشارونیروی‌تغییرشکل‌دهنده، وتوانائی نهائی (۲) عبارت‌است‌ازمقاومت‌دربرابر فشار و نیروی برنده و شکننده . حال‌هنگامیکه‌فلزی تحت چنین نیرو و فشاری پاره شده و میشکند میتوان از مقطع شکستگی آن اطلاعاتی درباره توانائی و استحکام

Ultimate strength - ۲ Strength —۱

و یا نرمی و ضعف آن بدست آورد زیرا توانائی واستحکام فلزات بستگی بدوعامل اصلی که یکی استحکام بلورهای ترکیب کننده ودیگری شدت چسبندگی وپیوستگی بلورها بایکدیگر است دارد . تواناترین فلز کـه تا بحال در دسترس صنعت قرار گرفته فلز تـانگستن است که از آن سیمهای بسیار نازك (سیمهای) برق را میسازند، بعداً بترتیب ملیبدنم و نیکل میآیند ولی نظر بفراوانی وارزانی، پولاد را بیش از تمام فلزات برای این خاصیت دراغلب کارهای صنعتی ومهندسی بکار میبرند .

استحکام وتوانائی اجسام فلزی بدوشکل ظاهر وآشکار میگردد :

اول توانائی ارتجاعی[۱] یعنی ایستادگی در برابر نیرو وفشاریکه میتواند فقط تغییرشکل موقتی درجسمی وارد آورد .

دوم سفتی یا چقرمه گی[۲] یعنی مقاومت دربرابر شکسته شدن بعداز آنکه نیرو وفشار باعث تغییر شکل دائمی درجسم گشته است ومجموع این دو توانائی را به توانائی نهائی نامیده‌اند .

خاصیت ارتجاعی (فنری) ـ خاصیتی است کـه در نتیجه آن اجسام فـلزی میتوانند پس از برطرف‌شدن فشار و نیرو تیکه تغییرشکل میدهد بحالت و شکل اصلی خود برگردند . دراعمال نیروی کشش اندازه این خاصیت برابر مقاومتی است که جسمی دردرازشدن بدون ازشکل‌افتادن ازخود نشان‌میدهد، و مقدارآنرا ضریب ارتجاع[۳] نامیده‌اند . بنابراین ضریب ارتجاع عبارت است از فشار تقسیم بر واحد تغییر شکل و بعبارت دیگر

$$E = \frac{S}{E} = \frac{P}{a} \div \frac{c}{L} = \frac{PL}{ae}$$

$$e = \frac{PL}{aE} = S\,\frac{L}{E}$$

در روابط بالا E عبارتست از ضریب‌ارتجاع، S واحد فشار یا تلاش، E واحد تغییرشکل، e بار و L طول نمونه آزمایش و p مساحت مقطع آن. ازروابط بالا چنین معلوم میشود که اندازه نظری ضریب ارتجاع برابر فشار و نیروئی است که میتواند طول قطعه آزمایش را به‌دوبرابر طول اصلی دراز کند بدون اینکه تغییرشکل دائمی در آن صورت گیرد، بنابراین میتوان گفت که E = S و L = e است .

۱- Elastic strength ۲- Toughness ۳- Modulus of elasticity

سفتی یا چقرمه گی ـ خاصیتی است کـه اجسام فلزی در برابر فشار و نیروی شکننده بعد از تغییرشکل دائمی از خود نشان میدهند؛ پس خاصیت ارتجاعی وسفتی مکمل یکدیگرند بدین معنی کـه انرژی لازم جهت رسیدن به حـد ارتجاع باضافه نیروئیکه برروی جسم فلزی از حـد ارتجاعی تا بزرگترین فشاریـکه مصرف میشود مساوی و برابر خواهد بود با نیروئیکه جسم را گسیخته و میشکند. اغلب خاصیت سفتی و چقرمـه گی را معـکوس شکنندگی و تردی میپندارند ولی این نسبت از این حیث صحیح است کـه فلزات سفت قبل از فرا رسیدن خطر گسیختن و پاره شدن انسان را آگاه میسازند درصورتیکه فلزات شکننده دفعتاً وبدون خبر تحت تأثیر واقع شده و میشکنند.

قابلیت تورق و مفتول شدن (۱) ـ خاصیتی است که میتوان فلزات را بدون گسیختن و یا شکستن تغییر شکل دائمی داد یعنی فلز را بصورت صفحه یا ورق نازك، میله ویاسیم بدرجات ومقاطع مختلف درآورد.

این عمل مستلزم این است که دائماً درموقع تغییر شکل بطول آن افزوده شده و وازمساحت مقطع آن کم گردد.

این خاصیت را نباید با تعریف خاصیت سفتی وچقرمه گی اشتباه کرد، زیرا اولی خاصیتی است که میتوان یك جسم فلزی را بوسیله فشار بدون شکسته وپاره شدن تغییر شکل دائمی داد و دومی خـاصیت مقاومت در برابر تغییر شکل میباشد. جهت اینکار فلزات را بتدریج ازلابلای چرخهای ماشین نورد ویاصفحه سازی و یاازدرون حدیده‌های مختلف گذرانیده و پس از هردفعـه بطول آنها افزوده شده و از حجم و کلفتی آنها کاسته میشود.

قابلیت چکش‌خـوری (۲) ـ خاصیتی است کـه میتوان اجسام فلزی را بوسیله فشار و فشردن ولی بـدون گسیختن و پـاره شدن تغییرشکل داد و باشکال مختلف درآورد. البته نباید انتظار داشت کـه تمام عناصر فلزی بیك درجه و اندازه از این خاصیت بهره‌مند بوده و آنرا ازخود نشان میدهند. برای اینکه درجـه این خاصیت

۱- Ductility ۲- Malleability

درفلزات مختلف بخوبی تشخیص داده شود آنها را بترتیب خوب و بد درجه بندی کرده‌اند ودرجدول پنجم صفحه(۲۲)خواص مختلفه مکانیکی فلزات مهم صنعتی داده شده است .فلزاتیکه خاصیت چکش خوری را بوجه احسن ازخود نشان میدهند ومالیابل‌ترین فلزات بشمار میروند عبارتند ازفلزات زیرین . نازکترین اوراق فلزی که توانسته‌اند تا بحال از آنها بسازند ازاینقرار است :

ورق طلا بنازکی ۰/۰۰۰۰۰۸ سانتی‌متر ، ورقه نقره بنازکی ۰/۰۰۰۰۲۱ سانتیمتر الومینیم ۰/۰۰۰۰۲۰ سانتیمتر طلای سفید بنازکی ۰/۰۰۰۰۲۵ سانتیمتر وبالاخره مس بنازکی ۰/۰۰۰۰۳٤ سانتیمتر .

خاصیت چکش خوری در اثر حرارت و عملیات مکانیکی که برروی فلزات صورت میگیرد تغییر میکند .

مثلا وقتی که درجه حرارت فلز مس نزدیك بدرجه گدازان میرسد مس حالت شکنندگی بخود میگیرد وفلزروی این خاصیت را فقط دردرجات مختلف ازگرما مثلا در ۱۱۵ درجه سانتیگراد نشان میدهد، و وجود بعضی ازناخالصیها درفلزات مختلف باعث میگردد که این خاصیت بکلی ازبین رفته وآنهارا ازحیز انتفاع ساقط نماید .

سختی[۱] ـ بطور کلی نمیتوان تعریف کافی و جامعی از این خاصیت نمود زیرا سختی در مراحل مختلف مفهوم متغیری دارد. مثلا سختی ممکن است مقاومت در برابر خراشیدن و روی هم کشیدن باشد و یا اینکه ایستادگی در برابر اثرات فرسایش وازبین رفتن درنتیجه کاربری و استعمال باشد، ویااینکه مقاومت دربرابر اثر برداشتن و دندانه دندانه شدن وغیره میباشد .

سختی نسبی خراش درفلزرا میتوان از روی درجه بندی موهس MOHS که بیشتر جهت تعیین سختی سنگها وضع گردیده بدست آورد . سختی اثر برداشتن را معمولا بادستگاه برینل BRINELL آزمایش میکنند وآن عبارت است ازفرو بردن یك ساچمه پولادی مخصوص بقطر ۱۰ میلیمتر بافشار ۳۰۰۰ کیلوگرم برای مدت چند ثانیه در یك جسم فلزی که سختی آن مورد آزمایش میباشد .

۱- Hardness

عددی که از خارج قسمت فشار برروی مساحت فرو رفتگی بدست میآید نماینده سختی آن فلزاست . طبقه‌بندی فلزات برحسب سختی برینل ازاینقراراست :
سرب ۵/۷ـ قلع ۱۴/۵ ـ الومینیم ۳۸ـ روی ۴۶ـ طلا ۴۸ ـ انتی‌موان ۵۵ ـ نقره ۵۹ مس ۷۴ـ آهن ۱۰۰ـ پولاد سخت ۷۰۰ .

سختی‌فلزات مهم صنعتی‌را بیشتر دراین‌طریقه بدست میآورند واگرناخالصی‌در فلزی موجودباشد عدد برینل‌را پائین‌آورده و ازسختی‌آن میکاهد .

جدول پنجم ـ ترتیب نسبی خواص مکانیکی بعضی از فلزات وهمبسته های صنعتی

توانائی نهائی	حد ارتجاع	ضریب ارتجاع	سفتی و چقرمه گی	قابلیت تورق و مفتول شدن	قابلیت چکش خوری	خاصیت نرمی	تردی و شکنندگی
تانگستن(سیم)	تانگستن	تانگستن	مس	طلا	طلا	سرب	چدن سفید
ملیبدنم(سیم)	ملیبدنم	پولاد با نیکل	نیکل	نقره	نقره	قلع	چدن خاکستری
استلیت	پولاد	آهن	آهن	پلاتینیم	مس	الومینیم	پولاد سخت
پولاد	فلزمونل	فلزمونل	ماگنیزیم	آهن	قلع	ماگنیزیم	استلیت
فلزمونل	استلیت	مس	روی	نیکل	پلاتینیم	روی	بیزموت
نیکل	برنج	روی	الومینیم	مس	سرب	مس	ماگنیزیم
برنز ماگانیز	کبالت	برنج مفرغ	سرب	الومینیم	آهن	آهن	مفرغ
آهن	برنز(مفرغ)	مفرغ	قلع	تانگستن	نیکل	برنج	الومینیم
برنج	نیکل	انتی موان		روی	روی	مفرغ	برنج
برنز(مفرغ)	آهن	الومینیم		قلع		نیکل	پولادساختمانی
کبالت	مس	ماگنیزیم		سرب		کبالت	روی
مس	الومینیم	قلع				پولاد نرم	فلزمونل
ماگنیزیم	ماگنیزیم	بیزموت				چدن نرم	قلع
روی	روی	سرب				پولادریل	نیکل
الومینیم	سرب					چدن سفید	مس
قلع						پولادسخت	آهن
بیزموت						استلیت	سرب
سرب							
انتی موان							

فصل دوم

احتراق

بسیاری از عملیات گداز فلزات در گرمای زیاد صورت میگیرد و گرما بطور مستقیم ازاحتراق اجسامی موسوم بسوخت حاصل میگردد، بدین لحاظ موضوع سوخت و طرق گوناگون تولید گرما برای دانشجویان گداز فلزات بسیار مهم و ضروری بنظر میآید . بررسی کمیتی احتراق و اصول و شرایط آن که موضوع این فصل را تشکیل میدهد ازهردو نقطه نظر چه علما وچه عملا شایان اهمیت است زیرا ازمطالب ومباحث آن میتوان درك نمود که چگونه میتوان از احتراق سوختی بوجه احسن استفاده کرد و از اتلاف گرما در گازهای متصاعده جلوگیری بعمل آورد؛ واز طریق محاسبه دقیق تعیین نمود که ازاحتراق سوخت بخصوصی چه مقدار گرما ممکن است ایجاد شود .

یکی ازنتایج مسلمه هرفعل وانفعال شیمیائی تولید (ودر بعضی مواردرفع) گرما است . احتراق جسمی وقتی وقوع می یابد که درجه گرمای آن جسم دراثرفعل وانفعالات شیمیائی بحدی زیاد گردد که باعث ایجاد نور نموده و با چشم رویت شود . پس میتوان احتراق را یك امتزاج شیمیائی عناصر قابل اکسیده شدن درسوخت با اکسیژن هوا دانست،ودر حقیقت این ترکیب وامتزاج شیمیائی همیشه بین یك ماده یا جسمی موسوم بسوزنده واکسیژن هوا موسوم بکمك یا عامل سوزنده انجام میگیرد

شرایط لازم احتراق ـ چون احتراق عملی است شیمیائی لذا بطور ضرورت میباید درتحت شرایط معین ومشخصی صورت گیرد که عبارتند از :

الف ـ جسم سوزنده وهوا بایـد مقاربت کامل با یکدیگر داشته باشند،یعنی هرقدر سطوح جسم یا ماده سوزنده تماس بیشتری با اکسیژن هوا داشته باشد عمل احتراق سهل تر و بهتر وقوع مییابد مثلا چون ذرات ترکیب کننده گازها پراکنده‌تر و سیال تراز ملکولهای اجسام مایع ویا جامد میباشند طبیعتاً سطوح بیشتری از آنها

. با اکسیژن هوا در تماس درآمده ودر نتیجه زود تر و کامل تر محترق میگردند.
بهمین دلیل هرگاه مقداری گاز را با هوا مخلوط نمایند و بشعله نزدیك کنند تمام مخلوط دفعة آتش گرفته وآتش در تمام حجم گاز سرایت کرده ودر بعضی موارد بقدری شدید است که سبب انفجار میگردد .

اجسام مایع بسهولت وآسانی گاز ها محترق نمیگردند زیرا هوا نمیتواند در ذرات آنها بهمان سهولت گازها رخنه و نفوذ کند،ولی اگر ذرات ترکیب کننده جسم مایعی را دراثر فشار هوا ویا بخار مبدل بگاز نمود آنوقت عیناً مثل اجسام گازی فوراً مشتعل میشودومیسوزد . اجسام جامد وقتی بسهولت محترق میگردند که بقطعات کوچك درآمده باشند وبالنتیجه سطوح بیشتری در مجاورت اکسیژن هوا پیدا کنند.

بدیهی است هرگاه سوخت جامدی را زیادخورد نمایندوبشکل گرد درآورند وبا فشار در هوا پخش کنند عمل احتراق بقدری بسهولت وآسانی صورت میگیرد که دربعضی موارد جسم خود بخود میسوزد . انفجار هائیکه در بسیاری از معادن ذغال سنك رخ میدهد همانا در اثر گرد شدن ذغال سنك بوده که در مجاورت هوای معدن درآمده وبدون‌هیچگونه‌عامل‌خارجی ابتداء محترق‌شده وسپس دفعة منفجرمیگردد.

مثالهای متعددی میتوان برای تماس سطح جسمی با هوا آورد که اغلب در زندگی روزانه بآنها آشنا ومأنوس میباشیم . یك قطعه ذغال چوب بمراتب زود تر از یك قطعه ذغال سنك آتش میگیرد ومیسوزد بجهت اینکه ذغال چوب متخلخل و مجوف تر از ذغال سنك است وبدین مناسبت اکسیژن هوا زودتردر ذرات آن نفوذ کرده وباحتراق آن کمك میکند . یك ورق کاغذ ویا خورده‌چوب نجاری بی اندازه زودتر ازیکدسته کاغذ ویا یك قطعه چوب مشتعل میگردد .

ب - درجه گرما بحد کافی برسد - احتراق وقتی میتواند صورت گیرد که درجه گرما برحسب نوع وجنس مواد ترکیب کننده جسم‌سوزنده بحدکفایت رسیده باشد. بعضی از اجسام درگرمای معمولی ومتعارفی هوا میسوزند وباید آنها را از مجاورت با اکسیژن هوا محافظت نمود؛مثلا فسفر زرد چون درهوای آزاد محترق میشودلذا همیشه آنرا در زیر آب نگاه میدارند . احتراق اجسام برحسب مواد ترکیب کننده

متفاوت بوده و در درجات مخصوص از گرما وقوع مییابد و تا مدتیکه حرارت جسم مزبور بآن درجه نرسیده باشد عمل احتراق صورت نخواهد گرفت . مخلوطی از گاز اکسیژن و هیدرژن وقتی دفعتاً منفجر میگردد که درجه حرارت مخلوط بـه ۵۹۰ سانتیگراد رسیده باشد .

ج ـ سوخت باید بحد کافی خرد و ریز باشد . قبلا ذکر شد که هر اندازه ذرات جسم سوزنده ریزتر و پراکنده تر باشد آن جسم زودتر و آسـانتر محترق میگردد و بر عکس هر قدر سوخت حجیم‌تر و ذرات آن فشرده تر و متراکم باشد دیرتر و باتأنی خواهد سوخت . مثلا در هر آتش سوزی بآسانی ملاحظه میشود که اجسام کوچك و کم حجم زودتر طعمه حریق واقع میشوند تا اجسام حجیم و بزرك .

بعضی از اجسام بشکل توده آتش نمیگردند ولـی بمجرد اینکه آنهـا را خورد کرده و بحالت گرد و در نزدیکی هوا در آورند خود بخود محترق و گاهی منفجر میشوند از قبیل گرد آهن ـ سرب و الومینیم. اصولا احتراق جسمی وقتی ادامه مییابد که حرارت تولید شده قادر باشد درجه گرمای جسم مشتعل شده را بالاتر از نقطه اشتعال آن به برد و اگر درجه گرما پائین تر از نقطه اشتعال بماند احتراق متوقف میگردد .

احتراق کامل و ناقص ـ کلیه اجسام قابل احتراق از ذغال (کربن) C ، هیدرژن H و اکسیژن O و بعضی عنـاصر دیگـر که از نقطه نظر احتراق چندان مهم نیستند تشکیل یافته‌اند . احتراق جسمی وقتی کامل است که تمام عناصر قابل اکسیده‌شدن آن جسم با اکسیژن کافی هوا مبدل به اکسید شده و بسوزد؛ درغیر اینصورت احتراق ناقص مانده و سوخت بتمامی نخواهد سوخت . مثلا در مورد ئیدرژن احتراق تولید آب $2\ H_2O$ مینماید $2H_2+O_2=2H_2O$ و اگر احتراق ئیدروژن کامل نبوده باشد آنوقت مقداری هیدروژن بحالت آزاد باقی میماند . احتراق کربن (C) وقتی کامل است کـه کربن با اکسیژن کافی ترکیب شده تولید CO_2 بنماید $C+O_2=CO_2$ و اگر مقداری از آن بشکل CO در آید عمل احتراق ناقص مانده است $2\ C+O_2+2\ CO$ 2

معمولا احتراق کربن از ۵۰۰ درجه سانتی گراد آغاز و محصول احتراق برحسب کفایت اکسیژن هوا و ازدیاد گرما CO^2 و یا CO خواهد بود .

شرایط احتراق کامل - برای اینکه احتراق هرجسم سوزندهٔ بطور کامل انجام گیرد سه عامل را همیشه باید درنظر داشت :

۱ - مقدار هوا باید بقدر کافی و بیشتر باشد .

۲ - هوا بایستی تماس بسیار نزدیکی باذرات جسم سوزنده پیدا کند .

۳ - درجه گرمای احتراق باید قدری بیشتر و بالاتر ازدرجه گرمای نقطه اشتعال آن جسم نگاه داشته شود تا اینکه احتراق ادامه یابد. بنابراین دانستن مقدار هوای لازم دراحتراق هر نوع سوختی بسیارمهم است .

مقدارهوای لازم جهت احتراق - محاسبه مقدار هوای کافی برای احتراق جسم سوزنده عمل بسیار سهل و آسانی است،مخصوصاً اگر عناصر ترکیب کننده سوخت و تجزیه کمیتی شیمیائی آن معلوم و در دست باشد . بطوریکه میدانید هوا مخلوطی است از ۲۰/۹۹ درصد درحجم اکسیژن و ۷۸/۰۳ درصدازوت و ۰/۹۴ درصد ارگن و ۰/۰۴ درصدانیدریدکربنیك و گازهای دیگر ولی برای سهولت کار، گازهای بی اثر راجزءازوت میدانند . بنابراین ترکیب هوا ازاینقراراست .

گاز ترکیب کننده	در هرواحد حجم		در هرواحد وزن	
	درصد	قسمت	درصد	قسمت
اکسیژن O	۲۱٫۰	٤	۲۳٫۲	۳
ازوت N	۷۹٫۰	۱۵	۷٦٫۸	۱۰

پس در هریك واحد حجم ۲۱ در صد و در هرواحد وزن آن ۲۳ در صد اکسیژن موجود است . گفته شد که هرسوختی ازکربن،هیدروژن و اکسیژن ترکیب شده است؛پس دراحتراق کربن به CO_2 هر ۱۲ گرام کربن نیاز به ۳۲ گرام اکسیژن دارد تا اینکه بتواند ٤٤ گرام گازانیدریدکربنیك طبق رابطه $C + O_2 = CO_2$ بوجود آورد بعبارت ساده‌تر هریك گرام کربن با ۲/٦۷ گرام اکسیژن ترکیب شده ودرنتیجه ۳/٦۷ گرام CO_2 تولید میگردد . حال اگر C ٪ مقدار کربن سوخت باشد که مواد یاعناصر قابل احتراق دیگری دربر نداشته باشد و W وزن اکسیژن لازم باشد .

$W = \frac{C \times 2,67}{100}$ یا $W = 0/0267C$ (۱)

وزن هوا A مساوی خواهد بود با $A = \frac{C \times 2,67}{100} \times \frac{100}{23}$ یا $A = 0/116\ C$ (۲)

در احتراق هیدروژن یك گرام H با ۸ گرام اکسیژن ترکیب شده و در نتیجه مقدار ۹ گرام آب بوجود میاید بنابراین وزن اکسیژن لازم W جهت احتراق یك گرام هیدروژن سوختیکه H درصد هیدروژن داشته باشد عبارتست از $W = \frac{H \times 8}{100}$

W = . ر . ۸ H (۳)

وزن هوا A مساویست با $A = \frac{H \times 8}{100} = \frac{100}{23}$ یا $A = 0/348\ H$ (٤)

حال اگر سوخت C٪ هیدروژن داشته باشد اکسیژن لازم عبارت خواهد بود از :

$W = \frac{C \times 2,67 \times H \times 8}{100}$ یا $W = 0/0267C + 0/08\ H$ (٥)

وزن هوای لازم مساویست با $A = 0/116C + 0/348\ H$ (٦)

و حجم هوای لازم مساویست با $V = \frac{0,116C \times 0,348H}{1,293}$ (۷)

چون یك گرم هوا درشرایط نورمال ۱/۲۹۳ سانتی‌مترمکعب حجم دارد .

برای مثال ذغالی در نظر بگیریم که تجزیه شیمیائی عناصر ترکیب کننده آن از اینقرار است :

کربن ۷۲٪ ـ هیدروژن ٤٪ ـ اکسیژن ۸٪ ـ ازوت ۱٪ ، آب ورطوبت ۳٪ ، خاکستر ۱۲٪ ـ لازم است .حجم هوای لازم جهت احتراق کامل یك کیلو گرام ازاین ذغال محاسبه گردد .فعل وانفعالات شیمیائی که صورت میگیرند عبارتند از :

(۱) $C + O_2 = CO_2$

(۲) $2\ H_2 + O_2 = 2\ H_2O$

واضح است که خاکستروررطوبت (آب) و ازوت نمیسوزند وآن مقدار اکسیژن که درخود ذغال موجوداست بمصرف قسمتی ازاکسیژن لازم رسیده وازمقدار اکسیژن که ازهوا لازم است گرفته شود میکاهد .

وزن اکسیژن لازم جهت احتراق ۰/۷۲ کیلو گرام کربن مساویست

$۲/۶۷ \times ۲ \times ۰/۷۲$ یا ۱/۹۲ کیلو گرام

وزن اکسیژن لازم جهت احتراق ۰/۰۴ کیلوگرم هیدروژن مساویست با

$۸ \times ۰/۰۴$ یا ۰/۳۲ کیلوگرام

بنابراین جمع مقدار اکسیژن لازم برای هر دو عنصر مساویست با ۲/۲۴ کیلو گرام مقدار اکسیژن موجود در خود ذغال مساویست با ۰/۰۸ کیلو گرام؛ پس مقدار اکسیژن که باید از هوا گرفته شود عبارت خواهد بود از $۲/۲۴ - ۰/۰۸ = ۲/۱۶$ کیلو گرام.

وزن هوای لازم مساویست با $۲/۱۶ \times \frac{۱۰۰}{۲۳,۲} = ۹/۳۱$ کیلو گرام؛ زیرا هوا در هر واحد وزن ۲۳/۲ درصد اکسیژن دارد؛ پس حجم هوای لازم مساویست با $\frac{۹,۳۱}{۱,۲۹۳} = ۷/۲۰$ متر مکعب؛ برای اینکه وزن هر یک متر مکعب هوا در شرایط نرمال ۱/۲۹۳ کیلو گرام است.

در حل مسئله بالا ابتدا وزن هوای لازم و بعداً حجم آن محاسبه گردیده ولی برای اینکه بتوان مستقیماً حجم هوای لازم را بدست آورد (زیرا در احتراق سوخت بیشتر دانستن حجم هوا و گازهای حاصله مورد نظر است و نه چندان وزن آنها) بهتر این است که بطریق زیر عمل شود:

حجم اکسیژن لازم برای احتراق ۰/۷۲ کیلوگرام کربن مساویست با

$\frac{۲۲,۴}{۱۲} \times ۰/۷۲ = ۱/۳۴۴$ متر مکعب

حجم اکسیژن لازم برای احتراق ۰/۰۴ کیلوگرام هیدروژن مساویست با

$\frac{۲۲,۴}{۴} \times ۰/۰۴ = ۰/۲۲۴$ متر مکعب.

کلیه حجم لازم برای هر دو عنصر مساویست با ۱/۵۶۸ متر مکعب

حجم اکسیژن که در خود ذغال موجود است مساویست با

$\frac{۲۲,۴}{۳۲} \times ۰/۰۸ = ۰/۰۵۶$ متر مکعب.

چون حجم اکسیژن در هوا ۲۱٪ است؛ بنابراین حجم هوای لازم مساویست با

$\frac{۱,۵۱۲}{۰,۲۱} = ۷/۲۰$ متر مکعب.

در اینجا از این اصل شیمیائی استفاده میشود که وزن ملکولی هر گازی

به کیلوگرام ۲۲/٤ مترمکعب فضا را اشتغال میکند یعنی وزن هر گازی به کیلوگرام ضرب در ۲۲/٤ تقسیم بروزن ملکولی گاز برابر حجم آن گاز بهمترمکعب است .

$$\text{حجم گاز در مترمکعب} = \text{وزن گاز به کیلوگرام} \times \frac{۲۲/٤}{\text{وزن ملکولی گاز}}$$

$$\text{وزن گاز به کیلوگرام} = \text{حجم گاز در مترمکعب} \times \frac{\text{وزن ملکولی گاز}}{۲۲/٤}$$

چون موقع احتراق سوختنی ممکن است درجه گرمای هوا و فشار در مواقع مختلف سال و در نقاط مختلف زمین در شرایط نرمال نباشد لذا جهت بدست آوردن وزن و حجم صحیح هوا لازم است درجه گرما و فشار جوی هوا را در موقع احتراق در نظر گرفت ومحاسبه را تصحیح نمود.مثلا درمثال گذشته دیدیم که احتراق یك کیلو گرام ذغال نیاز به ۷/۲۰ مترمکعب هوای خشك ودرفشار نرمال دارد ولی اگرهوا چنانچه مرطوب بود و درجه حرارت آن اندازه دیگری بود ، در مقدار حجم هوا چه تغییراتی رخ خواهد داد .

مثال (۲)ـ اگر درمسئله بالا داده شده بود که حرارت هوا ۲۵ درجه سانتی گراد و در حدود ٦۰ در صد از رطوبت اشباع بود و فشار جوی ۷٤۰ میلی‌متر جیوه بوده آنوقت حجم ۷/۲۰ متر مکعب هوای خشك اصلی چقدر تغییر خواهد کرد

ازجدول فشار ماکسیمم بخار آب بدست میاید که فشار بخار آب در ۲۵ درجه سانتی گراد ۲۳۰۸ میلیمتراست، پس فشار حقیقی بخار آب عبارتست از ۲۳/۸ × ۰/۰٦ = ۱٤/۳ میلیمتر،وفشارحقیقی هوا مساوی خواهدبود با ۷٤۰ـ ۱٤/۳ = ۷۲۵/۷ میلیمتر

چون حجم و فشار در یك نسبت میباشند لذا حجم بخار آب مساویست با $۷/۲۰ \times \frac{۱٤,۳}{۷۲۵,۷} = ۰/۱٤۲$ مترمکعب.پس حجم هوای مرطوب لازم در آن شرایط مساویست با ۷/۲۰ + ۰/۱٤ = ۷/۳٤مترمکعب .

تغییرات حجم گاز باحرارت وفشارجو محاسبه حجم‌هوا یا گازی بدون‌در نظر گرفتن درجه‌حرارت وفشارهوا معنی کاملی ندارد و برای اینکه حجم گازی صحیح باشد باید مقدار و کمیت آنرا در شرایط نرمال واستاندار بدست آورد.چنانچه در فیزیك فرا گرفته اید حجم

یك گازی طبق قانون ماریوت[۱] و بابویلز[۲] با فشار رابطه معکوس دارد . اگر فشار هوا در سطح دریا ۷۶۰ میلیمتر جیوه باشد وحجم آنرا v فرض کنیم، پس در فشار دیگری یعنی P، حجم همان مقدار هوا به V مبدل خواهد شد و $V = \frac{v \times ۷۶۰}{P}$

ازطرف دیگر حجم گاز با تغییرات درجه گرما بستگی مستقیم دارد و در گرمای مطلق یعنی ۲۷۳ - سانتیگراد حجم آن مساوی خواهد بود با

$$V = v \quad (۱ + ۰/۰۰۳۶۶۵ \, °t) \text{ یا } V = v \, \frac{۲۷۳ + t}{۲۷۳}$$

حال با ترکیب این دو رابطه حجم هوا V در فشار جدید P و درجه گرمای $°t$ مساوی خواهد بود با

$$V = v \, \frac{۷۶۰}{P} \times \frac{۲۷۳ + t}{۲۷۳}$$

$$V = v \, \frac{۷۶۰}{P} \, (۱ + ۰/۰۰۳۶۶۵ \, t)$$

برای اینکه حجم حقیقی هوای خشك درمسئله بالا در ۲۵ درجه حرارت و ۷۴۰ میلیمتر جیوه فشار محاسبه شود چنین عمل خواهد شد. $۸/۰۷ = \frac{۷۶۰}{۷۴۰} \times \frac{۲۵ + ۲۷۳}{۲۷۳} + ۷/۲۰$ متر مکعب وحجم حقیقی هوای مرطوب عبارت خواهد بود از

$$\text{مترمکعب } ۸/۲۴ = \frac{۷۶۰}{۷۴۰} \times \frac{۲۹۸}{۲۷۳} \, (۰/۱۴ + ۷/۲۰)$$

اگر فشار مخصوص بخار آب و رطوبت هوا معلوم باشد ومقدار آن محاسبه شده باشد، میتوان مقدار آنرا از فشار جو کم کرد و حجم هوای مرطوب را مستقیماً بدست آورد .

$$\text{مترمکعب } ۸/۲۴ = \frac{۷۶۰}{۱۴٫۳ - ۷۴۰} \times \frac{۲۹۸}{۲۷۳} \times ۷/۲۰$$

البته در عمل مقدار هوای لازم همیشه باید بیش از آنچه از محاسبه بالا بدست میاید در نظر گرفت، ومقدار محاسبه شده را در ضریبی که با نوع سوخت کوره تفاوت میکند ضرب کرد . مثلا معمولا برای کوره های گازی ضریب ۲/۵ و کوره های باذغال چوب ۲ و آنهائیکه ذغال بد بکار میبرند ۳ گرفته شده است .

واحد گرما[۳] - برای اندازه گرفتن مقدار گرمائیکه در نتیجه سوختن جسمی حاصل میشود کالوری وضع گردیده و واحد گرمارا کالوری مینامند . کالری عبارتست از حرارتی که میتواند گرمای یك گرام آب را(در فشار ۷۶۰ میلیمتر جیوه و ۱۵/۵°

Calorie -۳ Boyle's law -۲ Marriot -۱

سانتی‌گراد) یك درجه سانتی گراد بالا ببرد.چون این مقدار کوچك است،لذا بیشتر کالوری بزرك بکار میرود و آن عبارتست از مقدارحرارتی که بتواند درجه گرمای یك کیلوگرام آب را یك درجه سانتی‌گراد بالا برد . در ممالك انگلیسی زبان واحد گرمارا B.Th.U گرفته‌اند و آن عبارتست‌ازمقدارحرارتی که‌بتواند گرمای‌یك پاوند آب را یك‌درجه فاهر نهایت (از ۶۰درجه F به ۶۱ F) ببرد . برای تبدیل کالوری به B.Th.U وبالعکس کافی‌است که اینطور عمل‌شود .

۱ کالوری بزرك = ۳/۹۷ × B.Th.U

۱ B.Th.U = ۰/۲۵۲ کالوری بزرك یا ۲۵۲ کالوری کوچك

قدرت گرمادهی[1]ـقدرت گرمادهی جسمی‌عبارتست‌ازمقدار گرمائی که‌در نتیجه آمیزش یك‌واحد وزن‌آن‌جسم با اکسیژن حاصل‌میشود. بعبارت دیگرقدرت‌گرمادهی جسمی‌عبارتست ازخارج قسمت ارزش‌گرمادهی‌آن جسم تقسیم بروزن‌جسم مثلا در احتراق هیدروژن ارزش گرمائی فعل و انفعال $2H+O=H_2O$ ۶۸۳۶۰ کالوری میباشد و چون این مقدار در نتیجه احتراق دو واحد هیدروژن بدست آمده لذا قدرت گرمادهی هیدروژن $\frac{۶۸۳۶۰}{۲}$ = ۳۴۱۸۰ کالوری میباشد .

همچنین ارزش و قدرت‌گرمائی‌تولید یك ملکول CO_2 از آمیزش C و O یعنی $C+2O=CO_2$ ۹۷۳۰۰ کالوری است و چون این‌مقدار برای ۱۲ واحد کربن‌است لذا قدرت گرمادهی‌کربن O = $\frac{۹۷۳۰۰}{۱۲}$ = ۸۱۱۰ کالوری ولی اگر هرآینه کربن با اکسیژن نتواند بترکیب CO_2 درآید و درعوض‌اکسید دوکربن CO تولید شود در آنحالت ارزش گرمادهی‌کربن فقط ۲۴۴۰ کالوری خواهد شد .

جهت بدست‌آوردن قدرت‌گرمادهی تقریبی سوختی‌باید مقداردرصد ویاتجزیه شیمیائی‌عناصر ترکیب کننده‌آنرا دانست ولی‌چون اغلب سوختها چه‌جامد و چه مایع وچه‌گازی کم و بیش از کربن ـ هیدروژن اکسیژن و قدری گوگرد تشکیل شده‌اند میتوان روابط زیررا بکاربرد .

ابتدا فرض شود که سوخت مزبور فقط ازکربن و هیدرژن متشکل گشته و

۱- Calorific Power

مقدار در صد این دو عنصر C٪ و H٪ اند بنابراین قدرت گرمادهی عبارت خواهد بود از $C.P = \frac{۳۴۱۸۰ \times H + ۸۱۱۰ \times C}{۱۰۰}$

نظر باینکه ارزش گرمادهی هیدروژن ۴/۲۱ مرتبه زیادتر از قدرت گرمادهی کربن است لذا روابط بالا رامیتوان مختصرتر نوشت $C.P = \frac{۸۱۱۰ \times (۴,۲۱H + C)}{۱۰۰}$ ولی در سوختها همیشه مقداوی اکسیژن موجوداست که اگرهرآینه آزادبود مانند اکسیژن میسوخت ولی چون درحال ترکیب و بصورت H_2O است لذا وجودآن دراینحالت مقداری از اثرات احتراق کربن وهیدروژن میکاهد چون بااکسیژن هیدروژن تشکیل (H_2O) آب میدهند یعنی ۸ قسمت آن با یك قسمت هیدروژن ترکیب میشود لذا اکسیژن بمقدار $\frac{۱}{۸}$ ورن خودرا در هیدروژن تلف‌میکند بنابراین ($H - \frac{O}{۸}$) مقدار هیدروژن مفیدی خواهد بود که دراحتراق سوخت مصرف میشود . پس اگر اکسیژن سوخت‌راهم درنظر بگیریم فورمول قدرت گرمادهی سوخت‌بالا اینطور صحیح میگردد

$$C.P = \frac{۳۴۱۸۰ (H - \frac{O}{۸}) + ۸۱۱۰ \times C}{۱۰۰} \quad \text{یا} \quad C.P = \frac{۸۱۱۰ \times (H - \frac{O}{۸}) ۴/۲۱ + C}{۱۰۰}$$

و اگر در سوخت گوگرد نیز موجود باشد مقدار $۲۲۲۰ \times S$ بصورت کسر به رابطه بالا باید اضافه گردد .

بمنظور محاسبه کالوری سوختهای جامد فورمولهای متعددی وضع گردیده که مهمترین‌آنها فورمول cornu میباشدکه در زیر داده شده است :

$C.P. = \frac{۸۰۸۰ e + ۱۱۳۷۰ é + ۳۴۱۷۰ H}{۱۰۰}$ که درآن e مقداردر صد کربن ثابت سوخت و $é$ مقدار در صد هیدروژن میباشد ولی ازطرف دیگر چون رابطه بالا را میتوان وقتی بکاربرد که تجزیه شیمیائی عناصر ترکیب کننده سوخت در دست باشد و چون اینعمل همیشه و درهمه‌جا میسر نیست لذا یك فورمول ساده‌تر و عملی‌تری وضع گردیده که کالوری سوختهای جامد را بطورتقریب تعیین‌میکند .

$$C.P = [۱۰۰ + (W + a)]۸۰ - c \times ۶W$$

کـه در آن w مقـدار در صد رطوبت و آب ، a مقـدار در صد خـاکستر و c ضریبی‌است کـه برحسب مقـدار رطـوبت سوخت تغییر میکـنند . و بقسمی کـه

اگر رطوبت سوخت کمتر از ۳٪ باشد ٤ = C است
« « بین ۳ و ٤/٠٪ باشد ٦ = C است
« « ٤/٤ و د ۸/٪ باشد ۱۲ = C است
« « ۸/٥و۱۲٪ باشد ۱۰ = C است
« « ۱۲-۲۰٪ باشد ۸ = C است
« ۲۰-۲۸٪ باشد ٦ = C است
و باخره و اگر بالاتر از ۲۸٪ باشد ٤ = C میشود

آزمایش قدرت گرمادهی - قدرت گرمادهی سوختی را معمولا در آزمایشگاه بوسیله آلت مخصوصی موسوم به کالوریمتر Calorimeter بطریقی که ذکر میشود آزمایش مینمایند.

اصول آزمایش - عادتاً وزن معینی از سوخت را بقسمی در کالوری‌متر سوزانیده و محترق نموده و گرمای حاصله را بمصرف بالابردن درجه گرمای مقدار آبی که وزن آن معین است میرسانند و از محاسبه ازدیاد درجه گرمای آب قدرت گرمادهی سوخت را بدست میآورند.

برای بدست آوردن ارزش گرمادهی تقریبی سوختی کالوریمتر تامپسن Thompson را بقرار ذیل بکار میبرند.

کالوریمتر تامپسن عبارت است از یك ظرف شیشه بظرفیت دولیتر. یك استوانه مسی که گنجایش ۲ گرام سوخت و مخلوطی از کلرات دو پتاس (درحدود ۲۰ گرام) و نیترات دوسود داشته باشد. یك قاعده مسی که استوانه روی آن قرارمیگیرد و یك استوانه مسی دیگر که بمنزله سرپوش استوانه اولی میباشد.

شرح عمل - ۲ گرام از ذغال یا سوخت جامد دیگر که آزمایش آن مورد نظر است با ۲۰ تا ۲٤ گرام مخلوط انفجار که معمولا از ۳ قسمت کلرات دو پتاس و یك قسمت نیترات دوسود مخلوط گشته است دراستوانه مسی قرارمیدهند و روی این مخلوط یك دانه کبریت کندسوز یا فتیله باریکی که در محلول نیترات سرب فرورفته شده است نگاه میدارند سپس کبریت یافتیله را روشن نمود سرپوش رافوراً روی آن قرارداده و هردو

استوانه را داخل ظرف شیشه که در آن دولیتر آب موجود است میگذارند . احتراق ذغال بیش از دو دقیقه طول نمیکشد و حرارت حاصله بمصرف آبیکه استوانه محتوی سوخت را احاطه کرده است میرسد و از بالا رفتن درجه گرمای آب ارزش تقریبی سوخت بدست میآید .

برای کارهای دقیق و حساس‌تر کالوریمتر بمبی[1] بکار میرود . در این نوع کالوریمتر، سوخت را بوسیله سیم بسیار نازکی که از آن جریان برق عبور میکنند و در ظرفی موسوم به بمب و محتوی اکسیژن زیر فشار ۲۰ اتمسفر است محترق میسازند؛ گرمای حاصله‌را بمصرف آبی که بمب‌را کاملا احاطه نموده ومقدارآن معلوم است میرسانند ومانند بالا از ازدیاد درجه گرمای آب ارزش گرمادهی سوخت ازمحاسبه این رابطه بدست میآید

$$C.P = \triangle (w+W) - (۰/۲۳ n + ۱/٦ f)$$

که در آن $\triangle$ مساوی ازدیاد درجه گرمای آب، w وزن آب در کالورتیمر، W معادل آبی[2] ظرف محتوی آب

n وزن اسیدازوتیکه تولید میگردد و f وزن سیم نازك که از درون آن جریان برق عبورمیکنند وذغال را محترق میسازد. ۰/۲۳ گرمای ترکیبی یك گرام اسید نیتریك رقیق و ۱/٦ گرمای احتراق یك گرام آهن و بالاخره C.P قدرت گرمادهی سوخت جامداست .

Water equivalent -۲ Bomb calorimeter -۱

فصل سوم
سوختهای صنعتی

تقسیم‌بندی سوختهای صنعتی ـ سوختهای مهم صنعتی که درهر نوع عملیات حرارتی بکار میروند و منابع گرما را تشکیل میدهند از موادی ترکیب شده‌اند که عناصر مهم آنها عبارتند از کربن . هیدروژن و باستثنای نفت ها و گاز هـای طبیعی، منشأ همه آنها نباتات بوده‌است . بطور کلی سوختها را به سه دسته بزرگ تقسیم نموده‌اند اول سوختهای جامد .

الف) سوختهای جامد طبیعی مانند چوب ـ ذغال نارس ـ ذغال سنگ .

ب) سوختهای جامد ساختگی مانند ذغال چوب ـ کك و بریکت وغیره .

دوم ـ سوختهای مایع :

ج ـ مایع طبیعی از قبیل نفتهای طبیعی

د) مایع ساختگی از قبیل نفتهای تقطیر شده و مشتقات آنها

سوم ـ سوختهای گازی :

ه) گازی طبیعی مانند گازهای طبیعی (درچاههای نفت)

و) گازی ساختگی مانند گاز ذغال سنگ ـ گاز مولد ـ گاز و آب و گاز اویل .

اول الف) ـ چوب ـ میتوان گفت اولین سوختیکه بشر اولیه بکار برده ومدتها و حتی امروزهم در بعضی از نقاط کره زمین استعمال میشود چوب است که بیش از سایر سوختها نیازمندیهای انسان را مرتفع میسازد

ماده عمده و اصلی چوب سلولوز $[C_6H_{10}O_5]$ همان ماده‌ایکه در الیاف پنبه بطور خالص پیدا میشود میباشد. سلولوز محتوی ۴۴/۴۲ در صد کربن و ۶/۲۲٪ هیدروژن و بقیه یعنی ۴۹/۳۶٪ اکسیژن میباشد . ترکیب نامبرده همیشه ثابت بوده وهیچ وابستگی به نوع چوب و نباتاتیکه از آن چوب بدست میآید ندارد .

ترکیب چوب ـ البته مواردی که در سلولها هنگام رشد و نمو درخت جمع میشوند کم و بیش تغییر میکنند ولی رویهم رفته مقدار کربن و هیدروژن آنها زیادتر از آنچه در سلولوز موجود است میباشد بقسمی که مقدار کمی هیدروژن آزاد وجود خواهد داشت .

در جدول ششم مقدار در صد عناصر ترکیب کننده چوب هـای مختلف داده شده ولی کربن و هیدروژن چوب بعضی از درختها ممکن است قدری بیشتر از ارقام زیر باشد .

جدول ششم ـ عناصر ترکیب کننده چوبها

اسم عنصر شیمیائی	چوب خشك بطور متوسط	چوب بلوط ۱۲۰ ساله	چوب ۶۰ ساله	چوب بید
کربن	٪۵۱	٪۵۰/۹۷	٪۵۰/۵۹	٪۵۱/۷۵
هیدروژن	٪۶	٪۰۲	۶/۲۱	۶/۱۹
اکسیژن	٪۴۲	۴۱/۹۶	۴۲/۱۶	۴۱/۰۶
ازوت	٪۱	۱/۲۷	۱/۰۱	۰/۹۸
خاکستر	٪۲	۱/۹۳	۲/۱۰	۳/۶۷

آب و رطوبت چوب ـ اصولا چوبها مقدار زیادی آب دارند زیرا هنگام نمو وروئیدن تمام سلولهای درخت ازعصارهٔ مملو است که بوسیله آن درخت تغذیه نموده و رشد میکند . چوبیکه تازه از درخت قطع شده در حدود ۵۰٪ آب دارد و البته مقدار آب برحسب نوع درخت ـ قسمت درخت و فصل سال تفاوت میکند. مقدار آب چوب در فصل بهار بحد اعلا و در فصل زمستان بکمترین درجه میرسد . پس از آنکه درخت قطع گردید پوست آنرا میکنند تا اینکه زودتر آب درونی خود را از دست بدهد و بتواند در هوای آزاد خشك گردد . چوب خشك شده در هوا باز از ۱۵ـ۲۵ در صد آب دارد و ترکیب چوبیکه در هوا خشك شده عبارتست از ۴۰٪ کربن و ۴/۰۸٪ هیدروژن و ۳۲/۸٪ اکسیژن و ۰/۸ ازوت و ۱/۶۰٪ خاکستر و ۲۰٪ آب و رطوبت

تقطیر چوب ـ اگر چوب را در ظرفی سربسته بدون مجاورت هوا گرما دهند آب و موادفرار آن متصاعد شده و جسمی باقی میماند کـه موسوم

به ذغال چوب و از کربن و مقدار کمی خاکستر ترکیب یافته است و ترکیب متوسط آن از اینقرار است .

مواد فرار ۷۳ درصد، ذغال چوب ۲۷٪ که ۲۵٪ کربن ثابت و ۲٪ آن خاکستر میباشد .

خاکستر چوب ـ پس از اینکه تمام قسمت قابل سوختنی چوب محترق گردید ماده سفید رنگی باقی میماند که از عناصر معدنی که درخود چوب موجود بوده تشکیل شده است . چون اغلب ترکیبات آلی پس از احتراق مبدل به اکسید و کربنات و یا املاح دیگر میشوند؛ بنابراین از آزمایش خاکستر چوب نمیتوان به چگونگی و طرز اختلاط و ترکیب شیمیائی آن عناصر که در درخت و یا چوب اند پی بر دولی چیزیکه بطور مسلم معلوم گشته این است که خاکستر از کربناتهای پتاسیم و کلسیم و بمقادیر کمتری از کربنات سدیم و اکسیده ماگنیزم و آهن و الومینیم و سیلیسیم ترکیب شده ولی ترکیب نامبرده از نقطه نظر گداز فلزات اهمیتی ندارد زیرا مقدار آن بسیار کم است .

وزن مخصوص چوب ـ پرواضح است که چوب از آب سبکتر بوده و برروی سطح آن شناور میشود زیرا چوب متخلخل است و مقدار متعنی بهی هوا در خلل و فرج آن جای گرفته است . اگر بوسیله‌ای هوا را از درون سلولها و ذرات چوب اخراج نمایند مثلا چوب را مدتی درزیر آب نگاه‌دارند رفته‌رفته چوب از آب سنگینتر شده و درآن فرومیرود . وزن مخصوص چوب از ۰/۵۴ـ۱ تغییر میکند . و اگر از آب اشباع شده باشد وزن مخصوص آن به ۱/۵ میرسد .

احتراق چوب ـ ازنقطه نظر قدرت گرما دهی و منبع گرما چوب سوخت خوبی نیست بدلیل اینکه اولا هرقدر خشك باشد بازمقدار قابل ملاحظه رطوبت و آب در بر دارد که خود متلف گرما بوده و هنگام احتراق ازمقدار مواد سوختنی چوب میکاهد . ثانیاً چون اکسیژن چوب زیاد است از مقدار هیدروژن مفید آن یعنی $\left[H - \frac{O}{8}\right]$ میکاهد و درنتیجه کالوری چوب را پائین میآورد . ارزش گرمادهی چوب خشك شده بین ۱۴۰۰ و ۱۸۰۰ کالوری کیلوگرام ویا ۵۶۰۰ و B . Th . U ۷۰۰۰ پاوند میباشد .

چون کالوری آن کم است بالطبع قدرت تبخیر آن نیز کم میباشد ولی ازطرفی باید گفت که چوب محسناتی ازقبیل زود آتش گرفتن ومحترق شدن وشعله درازداشتن وخاکستر بسیارکم داشتن دارد . درممالکی که چوب فراوان وارزان است دربعضی ازکارهای گدازفلزات والبته درخیلی ازکارهای دیگر بکارمیرود .

اول الف) ۲ ـ ذغال نارس (۱) ـ در بعضی ازنواحی مردابی که درتحت شرایط مساعد رطوبت وحرارت واقع شده‌اند چند نوع نباتات درجه دوم وپستی بطوروفور روئیده ورشدمیکنند وپس ازچندی عمر کوتاه‌آنها سپری شده‌واز بین میروند،ولی برروی بقایای آنها دومرتبه همان نباتات تولید مثل کرده نموکرده و باز فاسد شده و از بین میروند. رفته رفته وبمرورزمان حجم وضخامت این بقایای نباتی فزونی یافته ودراثر تراکم وفشار وگرمای ملایم درونی ترکیب وماهیت اصلی آنهاتغییریافته وتولیدجسمی موسوم به ذغال خام که درزبان فرانسه معروف بـه توورب ودرانگلیسی بـه پیت است مینمایند . قسمت روئی توده ذغال‌خام یانارس زرد رنگ و بسیار متخلخل درصورتیکه قسمت درونی قهوهٔ رنك واندکی فشرده‌وذرات‌ان‌متراکم‌ترمیباشند .

درهرحال مقداررطوبت وآب ذغال نارس‌از ۶۰ درصد. گاهی اوقات تجاوز میکند وخاکستر آن به ۵ر۵٪ میرسد .

ترکیب میانه ذغال نارس در این حدوداست: کـربن ۵ر۵۷ در صد ـ هیدوژن ۵ر۶٪ ـ اکسیژن ۵ر۳۰٪ ـ ازوت ۲٪ ـ خاکستر ـ ۵ر۳٪ وزن مخصوص آن بین ۲۵ر۰ ـ ۴ر۱ تغییرمیکند .

ازنقطه نظراحتراق وقدرت گرمادهی ذغال نارس ازچوب هم پست‌تراست زیرا علاوه بر آب وطوبت مقدارخاکستر آن نسبتاً زیاد ودودو بوی بسیار نامطبوعی درموقع سوختن ازخود پس میدهد . قدرت گرمادهی آن در حدود ۱۳۵۰ کالوری کیلوگرام یا ۵۰۰۰ B . Th . U واین مقدار برابر نصف گرمائی است که از احتراق ذغال سنك متوسط حاصل میشود .

درایران این نوع ذغال نارس در مناطق مردابی و بـاطلاقی مازندران و گیلان

۱- Peat — tourbe

و بعضی از نقاط آذربایجان یافت میشود ولی بهیچوجه از آن استفاده نمیشود .

اول - الف ذغال سنك - مهمترین سوخت صنعتی که مورد استعمال شایانی در اغلب عملیات تولید نیروی برق و بخار و گاز و کارهائیکه انجام آنها بدون گرما میسر نیست ذغال سنك است مگر در نقاطیکه گاز طبیعی و نفت بطور وفور وارزان در دسترس باشد .

اگرچه درصورت ظاهر ذغال سنگ یك جسم بسیار عادی و معمولی بنظر میآید ولی تا بحال یك تعریف جامع و کافی که شامل کلیه انواع و اقسام مختلف آن بشود از آن نشده است ولی البته میتوان گفت که ذغال سنگ یك جسم معدنی سیاه یـا قهوه ای رنگ مطبقی است که بشکل سوخت و منبع گرما در کوره های صنعتی، بخاری و اجاقهای منازل مورد استفاده قرار گرفته و از تراکم بقایای نباتات در عهود گذشته زمین شناسی بدست آمده است .

راجع بطرز و چگونگی پیدایش ذغال سنك و دو نظریه معروف انتقالی و موضعی در اینجا چیزی ذکر نخواهد شد و آنرا فقط از نقطه نظر سوخت و احتراق مورد مطالعه و بررسی قرار میدهیم.

اقسام زغال سنك زیاد و بطرز و کیفیتی یك نوع از آن متدرجاً بنوع دیگر مبدل میگردد که هر گونه دسته و تقسیم بندی کامل و جامع نخواهد بود لذا برای سهولت تمام انواع ذغال سنگهائیکه درزمین یافت و استخراج میگردند بترتیب زیر تقسیم نموده اند

اول - ذغال قهوه ای یالینییت (۱) - دوم - ذغال سنك (۲) حقیقی یا ذغال قیر دار سوم - ذغال سنك درخشان یا انتراسیت (۳) . اینك شرح هر یك :

اول - ذغال سنك قهوای سنگی است برنك قهوه ای تیره مایل بسیاه که جوانتر ازذغال سنك ودرحدود ۶۸٪ کربن دارد . در ترکیب شیمیائی لینییت حدوسط بین چوب و ذغال سنك حقیقی قرار گرفته ودرقشر زمین بشکل لایه های مطبق بسیار ضخیمی بوجود آمده است. در بعضی ممالك ازقبیل آلمان (در بوهمی) کلفتی لایه ها به ۱۰۰ متر میرسد درصورتیکه ضخامت رگه هیچ نوع ذغالی باین اندازه نرسیده است .

ذغال سنك قهوه ای درعهد اولی گوسین (٤) که جدید تر ازعهد کاربنیفر یعنی عهد

Lignite -۱ Bituminous coal -۲ Anthracite -۳ oligocene-٤

پیدایش قسمت معظم ذغال سنك های حقیقی بوجود آمده است. ترکیب شیمیائی ذغال قهوه‌ای از ناحیه‌ای بناحیه تغییر میکند ولی بطور متوسط صورت تجزیه عناصر ترکیب کننده از اینقرار است :

کربن ٦٨٪ هیدروژن ٥ر٥٪ اکسیژن ٢٦/٥٪ خاکستر ٢ر٢٪. بعضی از انواع آن گوگرد و رطوبت زیاد دارد و در نتیجه از ارزش گرمائی و هم از ارزش مادی آن میکاهد. اگر چه این نوع ذغال بسهولت و آسانی روشن شده و باشعله درازی میسوزد ولی چون قدرت گرمائی آن کم است بدین لحاظ در عملیات گداز فلزات زیاد بکار نمیرود (مگر در نقاطیکه سوخت بهتری موجود نباشد) و بیشتر بمصرف تولید گاز چراغ میرسد.

در کشور ما ذغال سنك قهوه‌ای در خراسان و آذربایجان نزدیك تبریز کشف گردیده ولی استفاده سوختی و صنعتی از آن تا بحال نشده است زیرا مقدمات کار نه بوسیله دولت و نه بوسیله ملت فراهم نگردیده است.

دوم ـ ذغال سنك حقیقی یا ذغال قیر دار ـ ذغال سنك اصلی که قسمت معظم سوخت بسیاری از کوره‌های مختلف صنعتی، اجاقها و بخاری منازل را تشکیل می‌دهد و بعد از نفت مهمترین منبع گرما بشمار میرود. باشعله زرد رنك و دود داری میسوزد و چون نسبة شباهت زیادی بماده معدنی قیر (Bitumen) دارد لذا این نوع ذغال سنك را ذغال قیر دار نیز مینامند.

رنك ذغال سنك کاملا سیاه و در اثر مالش قدری انگشتان را سیاه کرده و از خود اثری باقی میگذارد. اگر مقداری از آنرا خورد کرده کوبیده و بشکل گرد در آورند ـ و بعداً در ظرفی سر بسته بدون مجاورت هوا و اکسیژن حرارت دهند گاز و مواد فراران متصاعد گشته و جسم جامدی کـه ذرات آن بهم چسبیده شده باقی میماند که آنرا کك نامیده‌اند حال چون اغلب ذغال سنگها در نوع ومقدار و خاصیت كك شدن متفاوت‌اند و با یکدیگر در این خواص تغییر میکنند لذا آنهارا برحسب داشتن یا نداشتن خواص مزبور تقسیم بندی نموده‌اند.

ذغال سنك كك ده ـ این نوع ذغال سنك را اگر درظرفی سر بسته بدون مجاورت هوا تا ٩٠٠ درجه سانتیگراد حرارت بدهند در اثر گرما ابتدا قدری نرم شده وچون

مایع چسبنده‌ای ازخود بیرون می‌دهدذرات کربن پس از دست دادن موادفرار و گاز بهم چسبیده و یك جسم جامد سخت ولی تااندازه‌ای متخلخل بوجود میآورد که در آن هیچ آثاری از ترکیب اصلی ذغال‌سنك نمایان نیست : این جسم باقیمانده‌را که فقط از کربن ثابت و خاکستر تشکیل یافته کك مینامند .

ذغال‌سنك که کك نمی‌دهد ـ این نوع ذغال‌سنك پس از حرارت‌دیدن بهیچوجه نرم نشده و ذرات آن بهم نمی‌چسبند و اگر ماده چسبنده‌ای هم داشته باشند تولید یك جسم جامد و سختی‌را نمیکنند و بیشتر بقطعات کوچك و ریز درمیایند که شکل و حالت اصلی خود را از دست نداده‌اند . البته چون ذغال‌سنگها متدرجاً یکنوع بنوع دیگر تغییر مییابند همچنین در خاصیت کك‌شدن‌هم ازاین رویه پیروی کرده ودر نتیجه ذغال‌هائیکه در فصل مشترك این دو نوع یعنی بین‌بین هستند وجود دارند که قسمتی کك می‌دهند وقسمتی نمیدهند .

دلائل کك‌شدن ـ هنوز بطورصریح وقاطع نمیتوان گفت چه‌مشخصاتی وخواصی در ذغال‌سنك مسئول ایجاد خاصیت کك‌شدن میباشند ولی تا اندازه‌ای روشن گشته که خاصیت کك شدن بستگی با ترکیب شیمیائی و اجزاء متشکله ذغال دارد،مثلا ذغال سنگهائیکه کك می‌دهند دردرجه اول آنهائی‌هستند که مواد فرارشان بین ۳۰و۴۰٪ وکربن ثابت بین ۶۰ و۷۰٪ باشد و اجزاء متشکله‌آن بیشتر از ویترن Vitrain وکلارین Clarain تشکیل شده‌باشند . بطور مسلم دو نوع ذغال هست که در نتیجه عمل کربونیزاسیون کك نمیدهند : اول ذغالهائیکه در محتوی اکسیژن فقیرولی در محتوی کربن بسیار غنی هستند مانند ذغال درخشان (انتراسیت) که بعداً ذکر خواهد شد و ذغال شمعی (کانل Cannel Coal ،دوم‌ذغالهائیکه‌هم‌درمحتوی اکسیژن و هم در کربن فقیر می‌باشند مانند ذغال نارس و ذغال قهوهٔ .

ذغال‌سنك‌حقیقی که بین این‌دو نوع قرار گرفته بازبترتیب زیر تقسیم شده‌است:

الـف) ـ ذغـالهائیکـه قـابـل کـك شدن را نـدارنـد ـذغـال‌سنك گـازدار ـ ذغالیست سیاه‌رنك بوزن مخصوص ۱/۳ و با شعله درخشانی میسوزد . درموقع تقطیر مقدارزیادی بین ۲۰ـ۲۴٪ وزن خود گازهای قابل‌اشتعالی علاوه برمقدار قابل‌ملاحظه ازوت (نیترژون)وامونیاك می‌دهند وبدین‌جهت آنهارا بیشتر بمصرف تولید گازچراغ و

جدول هفتم ـ تقسیم بندی ذغالها برحسب عناصر شیمیائی ترکیب کننده

نوع و طبقه	دسته	شکل وصفت جسم باقیمانده	مواد فرار	کربن ثابت	عناصر ترکیب کننده			درجه گرمای تغییرشکل ذغال
					کربن	هیدروژن	اکسیژن	
ذغال قهوه (LIGNITE)	۱) زغال نارس و ذغال قهوه‌ای	ذرات متجزا وغیرمتصل	بیش‌از ٪۴۵	کمتر از ٪۵۵	٪۷۵-۶۰	٪۶-۴	٪۳۵-۲۰	۲۸۰-۲۲۰ سانتیگراد
	۲)زغال کک ندهد ولی دارای شعله دراز	ذرات متجزا وغیرمتصل	٪۴۵-۴۰	٪۶۰-۵۵	٪۸۰-۷۵	٪۵ر۴-۴ر۵	٪۲۰-۱۵	۳۲۰-۲۸۰
ذغال سنگ حقیقی (قیردار) BITUMINOUS COALS	۳) ذغال گاز	کک بسیار متخلخل	٪۴۰-۳۰	٪۶۸-۶۰	٪۸۵-۸۰	٪۵ر۸-۵	٪۱۶-۱۰	۳۵۰-۳۰۰
	۳)ذغال‌جهة سوخت درمنازل و اجاق	کک بسیار متخلخل ولی سخت	٪۳۲-۲۶	٪۷۴-۶۸	٪۸۹-۶۸	٪۵ر۵-۵	٪۱۱-۵ر۵	۳۶۰-۳۳۰
	۵) ذغال کک ده	کک بسیار سخت وخوب	٪۲۶-۱۸	٪۸۲-۱۴	٪۹۱-۸۸	٪۵ر۵-۵ر۵	٪۶ر۵-۵ر۵	۳۹۰-۳۴۰
ذغال درخشان ANTHRACITI	٦)ذغال‌جهة تولید بخار	ذراب متجزا وغیرمتصل	٪۱۵-٦	٪۹۲-۸۵	٪۹٦-۹۲	٪۴-۲	٪۴ر۵-۲	۵۰۰-۴۵۰

سوخت منازل و روشنائی میرسانند . نسبت اکسیژن به هیدروژن $\frac{۳}{۱}$ یا $\frac{۲}{۱}$ و ارزش گرمادهی آنها بین ۸۰۰۰ و ۸۵۰۰ کالوری کیلوگرام میباشد .

ذغال‌سنگ کک‌ده ـ ذغالی است سیاه‌رنگ که با شعله کوتاهی میشود . در اثر گرما بتدریج نرم‌شده و متورم میگردد وازخود مایع چسبندهٔ موسوم بقیر بیرون میدهد . در نتیجه‌ذرات آن بهم‌چسبیده و یک‌جسم سخت و محکمی بوجود میآید که در آن هیچ گونه اثری ازشکل وحالت اصلی‌موجود نیست .

ترکیب‌شیمیائی آن‌درجدول‌هفتم‌ذکر شده‌و درموقع کک‌شدن ۷۵ـ۸۰درصد وزن آن‌مبدل به کک‌میگردد؛این نوع‌ذغال بهترین‌سوخت کوره‌های‌صنعتی‌میباشدنسبت اکسیژن به‌هیدروژن‌در آن $\frac{۱}{۱}$ وارزش گرمادهی آن بین ۸۸۰۰و ۸۹۰۰ کالوری کیلوگرام‌میباشد.

ذغال سنگ لاغر ـ این قسم‌ذغال رالاغرو ضعیف نامیده‌اند بجهت‌اینکه هنگام تقطیر گازیکه‌از آن‌متصاعدمیشوددرحدود ۸الی ۱۲درصدمیباشدو کک‌حاصله گرچه زیاد و بین ۸۰ـ۹۰درصدوزن‌اولیه آن‌میباشدولی بعلت‌عدم‌چسبندگی‌ذرات آن‌زودازیکدیگر مجزا شده ومتلاشی‌میگردد . وزن‌مخصوص آن ۱/۳۵ـ۱/۴۰ وارزش گرمادهی آن بین ۹۲۰۰و ۹۵۰۰ کالوری‌است .جهت‌تولید‌بخار واین‌قبیل کارهاسوخت‌مناسبی‌بشمارمیرود .

ذغال درخشان یا انتراسیت ـ از سایر اقسام ذغال‌ها که در پیش گفته شد انتراسیت سخت‌تر و محکمتر و میتوان آنرا آخرین حد تحولات سلسله چوب به‌ذغال سنگ شمرد . ذغال شناسان براین عقیده‌اند که انتراسیت محصول کاربونیزاسیون (کک‌شدن) طبیعی است که بمرور زمان در قشر زمین در گرمای ۴۰۰ـ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و فشار زیاد وقوع یافته؛ زیرا پائین‌تر از این مقدار گرمانه‌موادفراران متصاعد میگرددو نه‌اینکه تغییرشکل و ماهیت می‌دهد .

انتراسیت برنگ‌سیاه‌ودارای‌جلای‌مخصوصی‌میباشدو بدین‌جهة آنراذغال‌درخشان نامیده‌اند. وزن‌مخصوص آن ۱/۵ ودراثر مالش‌دست‌راقدری‌سیاه‌میکند ولی‌نوع‌خالص آن ابداًاثری‌ازخود نمی‌دهد . با شعله کوتاهی سوخته و دود ندارد . هنگام تقطیر انتراسیت به‌همان‌حال‌و شکل‌اصلی باقیمانده و آثار کک شدن در آن ظاهر نمیگردد زیرا ۹۰ـ۹۸ درصد آن کربن ثابت‌است .اگرچه بسختی‌مشتعل‌میشودولی‌چون‌پس‌ازروشن

شدن خیلی خوب میسوزد و ارزش گرمادهی آن زیادتر از سایر ذغالها است لذا بهترین و مناسب‌ترین سوخت کوره‌های صنعتی و دیگهای بخار و اجاق و بخاری منازل بشمار میرود ولی چون درهمه‌جا یافت نمیشود بهاء آن بیش از سایر سوختها است .

تغییر مواد آلی و نباتی به ذغال سنگ ـ تحویل تدریجی مواد آلی و نباتی به ذغـال سنگهای مختلف و بالاخره به انتراسیت در نتیجه تغییرات و تحولات پیچیده و مرموزی صورت گرفته است که چگونگی وحقایق آن تا بحال صریحاً روشن نگردیده هنگـامیکه چـوب یـا بـقایـای مـواد نباتی دیگر در هوای محدودی متدرجاً فاسد میگردد و تمام عناصر ترکیب کننده آن تجزیه و متلاشی میشوند اغلب آنها بشکل گاز درآمده و در درجات و سرعتهای مختلف متصاعد میشوند . مثلا قبل از هر عنصری اکسیژن . سپس هیدروژن و بالاخره کربن مبدل به گاز شده و از مواد فشرده شده و تغییر شکل یافته اصلی مجزا گشته و از بین میروند؛ در نتیجه رفته‌رفته عنصر کربن در ماده اصلی فزونی مییابد و مقدار آن بالا میرود. البته مقداری از گازهائیکه بوجود میآیند چـون نمیتوانند فرار کنند و متصاعد شوند در خود ذرات محبوس شده و در موقـع استخراج ذغال در معدن فرار کرده و هوای فضای کارگاه و تونل را از خود اشباع کرده و گاهی اوقات در شرائط مساعدی منفجر میگردند . اینرا میتوان گفت که نوع گازهائیکه درهوای کانهای ذغال‌سنگ پیدامیشوند همان گازهائیست که درموقع تحولات و تغییر شکل مواد آلی و نباتی بذغال‌سنگ متصاعد شده‌اند .

در جدول هشتم صفحه (٤٥) مشاهده میشود چگونه دراثر تحولات چوب بذغال‌سنگ عناصر اکسیژن و هیدروژن کم شده و عنصر کربن زیاد شده است . در جدول مزبور مقدار گوگرد و خاکستر و عناصر درجه دوم که درمواد آلی و نباتی موجوداند در نظر گرفته نشده‌اند ومقادیر اکسیژن و هیدروژن کم‌شده و کربن زیادمیشود وتحولات چوب به‌ذغال‌سنگ تکمیل میگردد .

گوگرد ذغال‌سنگ ـ این عنصر درتمام اقسام ذغال‌سنگها باشکال مختلفی وجود دارد ومقدار درصد آن از $\frac{1}{2}$ ـ ۳٪ و بیشتر تغییر میکند . اصولا گوگرد در ذغال‌سنگ درسه‌حالت موجود است :

۱ـ گوگرد بشکل سولفور آهن (پیریت FeS_2) این نوع بیش از هرحالت و شکل دیگری درسطوح لایحه‌های ذغال ویابشکل‌ورق وفلس‌های بسیار نازك وزردرنك موسوم به«برنج ذغال» درقسمتهای مختلف رگه ذغال موجود است.درموقع احتراق و سوختن زغال و ازدیاد درجه‌گرما سولفور آهن مبدل به‌اکسیدآهن و گاز SO_2 طبق فورمول شیمیائی زیر میگردد .

$$2FeS_2 + 11O = Fe_2O_3 + 4SO_2$$

ولی اگر همین زغال در فضائی سربسته بدون‌مجاورت‌هوا گرمابه‌بیند، آنوقت سولفورآهن‌تجزیه‌شده‌تولیدسولفورآهن Fes وگوگردآزادمینمایدد $FeS_2 = FeS + S$ سولفور آهن بدرون كك رفته و باقی‌میماند ولی‌گوگرد باکربن در امتزاج شیمیائی درآمده سولفورکربن CS_2 که بحالت گازاست متصاعد میگردد .

بنابراین اگرمقدار پیریت زغال‌سنك نسبة زیاد باشد آن زغال‌را نباید بهیچوجه تبدیل به‌كك بمنظورسوخت گدازآهن ویاریخته‌گری بکاربرد زیراگوگردکه درکك باقی‌میماند ازآن به‌داخل‌چدن رفته ومحصول کوره گداز آهن‌را بکلی‌خراب‌کرده واز حیز استفاده ساقط میسازند .

جدول هشتم ـ تغییر عناصر در تحویل مواد نباتی به‌زغال سنگ

نوع سوخت	کربن	هیدروژن	اکسیژن	هیدروژن‌مفید
۱ـ چوب	۱۰۰	۱۲/۱۸	۸۳/۰۷	۱/۸
۲ـ زغال نارس	۱۰۰	۹/۸۵	٥٥/٦۷	۲/۸۹
۳ـ زغال قهوه‌ای	۱۰۰	۸/۳۷	٤۲/٤۲	۳/۰۷
٤ـ زغال سنگ گازدار	۱۰۰	٦/۱۲	۲۱/۲۳	۳/٦۷
٥ـ زغال‌سنگ (كك وتولیدبخار)	۱۰۰	٥/۹۱	۱۸/۳۲	۳/٦۲
٦ـ زغال سنگ لاغر	۱۰۰	٤/۷٥	٥/۲۸	٤/۰۹
۷ـ زغال درخشان(انتراسیت)	۱۰۰	۲/۸٤	۱/۷٤	۲/٦۳

۲ـ گوگرد بشکل گچ یا سولفات‌کلسیم ـ اگر گوگرد بشکل سولفات‌دوکلسیم $CaSO_4$ باشد و بتواند در برابرگرمای زیاد مقاومت کند و تجزیه ومتلاشی نگردد خطری ندارد ولی در اثرگرمای زیادوجودکربن‌زیاداین‌نمك‌تجزیه‌شده تولیدسولفور

کلسیم CaS طبق این رابطه مینمایند $CaSO_4+4C=CaS+4CO$ واین ماده در کك رفته وهنگام سوختن آن در کوده گدازآهن گوگرد عیناً مانند بالا بهداخل چدن رفته وآنرا خراب میکند .

۲ـ نوع سوم گوگردی است تا بحال ترکیب معین ومشخص آن معلوم نشده زیرا درمواد آلی موجود در ذغالسنك میباشد .

کلور در زغال ـ اگرچه در اغلب زغالها این عنصر همیشه وجود دارد ولی چون در خاکستر آنها اثری نمیگذارد بنظر نیامده و خطرات آن محسوس نمیگردد احتمال میرود کلور در زغال بشکل کلوروسدیم (نمك طعام) درآمده وهنگام سوختن زغال ملح مزبور بوسیله سیلیس خاکستر تجزیه و تفکیك شد و کلور بحالت بخار اسید کلوریدریك HCL متصاعد میگردد . مقدار اسید حاصله برحسب نوع زغالهای تغییر میکند و اگرچه در بسیاری از موارد مقدار آن بسیار کم و ناچیز بنظر میرسد ولی همین اندازه کافی است که متدرجاً سطوح درونی دیگهای بخار و لوله ها را مخصوصاً آنهائی که از مس و یا برنج ساخته شدهاند خورده و سوراخ نماید،زیرا دیده شده است که اغلب سطوح دیگها و لولهها از غشاء نازك کلورور مس و یا اکسی کلورور پوشیده گشته است .

ازنقطه نظر عملیات گدازآهن و فلزات دیگروجود این عنصر در سوختها چندان خطراتی وارد نمیسازد ولی اگر زغال بمصرف سوخت جهت تولید بخار برسد و یا در ظروف فلزی محترق و مشتعل گردد آنوقت مقدار کلور اهمیت دارد وخطرات آن نمایان میگردد .

فسفر در زغال ـ این عنصر در تمام زغالها بمقادیر بسیارکم و جزئی موجود است و همیشه بشکل نمکهای فسفات دوکلسیم درآمده است . در صورت تجزیه شیمیائی مقدار آنرا بشکل P_2O_5 میدهند ودرخاکستر بطور متوسط از ۰/۱ـ۱/۲۵ درصد تغییر میکند .

ازوت (نیتروژن) در زغال ـ این عنصرهم در تمام زغالها بمقادیر بسیارکم و جزئی موجود است وذغالهائیکه باشعله بلندمیسوزند درمحتوی ازوت غنی تر ازآنهائی هستند

که با شعله کوتاه مانند انتراسیت میسوزند. درموقع تقطیر ذغال‌سنگ و تبدیل آن به کك درحدود ۱۵٪ ازوت محتوی بشکل گاز امونیاك متصاعدمیشود و ۵۰٪ بدرون کك رفته ودرآن میماند، ۵٪ بدرون قیر (گودرون) بشکل اسیدسیانور (HCN) میرود و بقیه ۳۰٪ بشکل گاز تلف میگردد.

خاکستر زغال ـ هر نوع زغالی پس از احتراق و سوختن یك جسم غیرقابل احتراق بشکل خاکستر از خود باقی میگذارد که مقدار آن برحسب نوع زغال از ۱ـ۲۰٪ و بلکه بیشتر تغییر میکند. ترکیب خاکستر زغال‌سنگ بهیچوجه شباهتی به خاکسترچوب‌ندارد ومیتوان گفت که فقط مختصری ازآن ازپس‌مانده‌نباتات‌وموادآلی که اصل ومنشأ ذغال‌سنگ را تشکیل‌داده‌اند میباشد؛زیرا بیشترآن‌ازموادخاکی‌است که بهمراه زغال درحین تحول بهمراه برده است.

خاکستر اغلب زغالها محتوی مواد و اجسام قلیائی‌هستند که بطورقابل‌ملاحظه نقطه‌گداز خاکستررا تنزل میدهند.

ترکیب متوسط خاکسترعبارتست از ۳۵٪ SiO_2 ـ ۵۰٪ $FeO+AL_2O_3$, ۵/۵٪ CaO, ۱٪ MgO ۵٪ اسید سولفوریاك (SO_3) و۲/۵٪ اسیدفسفریاك P_2O_5

از تجزیه بالا مشاهده میگردد که اغلب مواد قلیائی‌که در خاکستر نباتات بطور وفور یافت میشوند در خاکستر زغال سنگ وجود نداشته و در نتیجه شباهت آنها را بخاك رس نزدیك‌تر میکند. مقدار و نوع و درجه گداز خاکستر در عملیات گداز فلزات بی‌اندازه مهم‌اند زیرا اولا عناصر ترکیب‌کننده آن درعملیات سهیم بوده و شرکت میکنند.

دوم اینکه خاکستر ذغال تولید جسمی موسوم به‌کلنیکر clinker نموده و زود ذوب میگردد و یا اینکه بعکس خیلی دیر ذوب میگردد. درجه نرم‌شدن وبعداً گداز خاکسترمعمولا بایستی ۱۰۰۰ درجه C و یا بحد اعلای ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد باشد و برای اینکه از روش و رفتار خاکسترزغالی اطلاعی بدست آید بایستی‌صورت تجزیه شیمیائی و عناصر ترکیب‌کننده آنرا دانست زیرا اگر نسبت و خارج قسمت این رابطه $\frac{SiO2+AL2O3}{Fe2O3+CaO+MgO}$ عالی باشد درجه گداز خاکسترهم عالی خواهد

بود . برای بدست آوردن درجه تقریبی ذوب خاکستر این فورمول را میتوان بکاربرد .

درجه نرم شدن خاکستر زغال به سانتی گراد مساویست با

$$+Fe_2O_3)٦+(MgO+CaO)١٠+(TiO_2+SiO_2)١٥+(AL_2O_3)١٩$$
$$(K_2O+Na_2O$$

گاز در ذغال ـ زغال سنگی که تازه از معدن استخراج شده مقدار متنابهی گاز در بین ذرات خود بطور حبس شده دارد که درفضای آزاد متدرجاً از درون ذرات خارج شده ومتصاعد میگردد؛وموقعیکه درجه گرمای آن به ٥٠ C برسد تمام گازهای حبس شده آزاد میشوند . مخصوصاً دونوع گاز در زغال موجود است :

اول گازیکه بغیر از CO_2 ،اکسیژن و ازوت مقدارعمده آن ازمتان،(CH_4) تشکیل شده است . دوم گازی کـه متان آن کم است . نوع اول گازی است کـه البته زود محترق شده وقابلیت انفـجار آن بسیار زیـاد است و بهمین دلیل میتوان فهمید چرا بعضی کانهای زغال سنك بیش از سایرین منفجر شده وخطرات جانی ومالی وارد میآورند .

ارزش زغال سنك ـ اصولا ارزش مادی و اقتصادی ذغال سنگی باید مطابقت با ارزش گرمادهی و قدرت سوختنی آن کند ولی بین این دو ، ارزش اقتصادی و گرمائی نمیتوان رابطه مستقیمی بدست آورد زیرا دیده شده است که قیمت زغال سنك خیلی زودتر از قدرت گرمادهی آن تنزل مییابد؛و خیلی زغال های نارس و پستی وجـود دارند کـه ارزش گرمادهی قابل ملاحظه دارند ولی نمیتوان برای آنهـا اصولا ارزش مالی و اقتصادی قایل شد.

کلیه درتعیین بهاء زغال سنگی نکات زیرین را باید همیشه درنظر داشت و یك یك آنها را سنجید .

۱ـ قدرت گرمادهی زغال و اثر حرارتی آن

۲ـ شدت قدرت گرمادهی از نقطه نظر عملیات گداز فلزات

۳ـ مقدار خاکستر موجود ـ بدیهی است هرقدر مقدار خاکستر زیادتر باشد از قیمت زغال میکاهد زیرا خاکستر از گرمای مفید زغال کم میکند و از طرفی حمل و نقل و ازاله آن مستلزم هزینه زیادی است .

٤ـ جنس وعناصر ترکیب کننده خاکستر و درجه نرم و گداخته شدن آن .

۵ ـ قابلیت کك شدن ذغال

٦ ـ اندازه شعله

۷ ـ مقدار گوگرد و کلور محتوی آن .

ذغال سنك ایران

ذغال‌سنك در ایران سوخت تازه‌ایست که مدت استعمال آن هنوز بیك قرن نمیرسد و مصرف صنعتی آن را میتوان ازسال ۱۲٦۰ شمسی دانست زیرا در آن اوان در کارخانه ضرابخانه و بعداً در کارخانه قند کهریزك و درراه‌آهن حضرت عبدالعظیم بکار میرفته است کارخـانجات و مؤسسات فنی کـه در تهران و حومـه آن تأسیس میگشتند اگر احتیاج باین نوع سوخت داشتند فقط از ذغـال سنك معدن شمشك استفاده میکردند ولی ازسال ۱۳۰۷ شمسی که یك نهضت صنعتی در ایران بوجود آمدو کارخانجات متعددی در نقاط کشور و مخصوصاً در مازندران در شرف تأسیس و تکمیل بود وازهمه مهمتر تأسیس کارخانه ذوب آهن در کرج بود مصرف زغال‌سنك بتدریج رو بافزایش گذاشت .

معادن ذغالیکه تا آن مدت مکشوف بوده از طرف وزارت فوائد عامه و بعداً اداره کل معادن شروع باستخراج و بهره برداری شدواداره اکتشافات جداً در صدد پیدا کردن معادن جدید برآمد . اکتشافات و تحقیقاتیکه تا بحال در نواحی کشور بعمل آمده متأسفانه معلوم نموده است که ذغال‌سنك در ایران از حیث ذخیره و جنس قابل مقایسه با ممالك خارجـه نبوده و رویهمرفته ذغـال خوبی ندارد. البته هیچ استبعادی ندارد که در نتیجه بررسیهای زمین‌شناسی و کاوشهای عمیقی رگه‌های ضخیم‌تر وقابل استفاده‌تری پیدا شود و نظریه فعلی را دگرگون‌سازد

مهمترین نواحی زغال‌خیز ایران که‌قسمتی از آنها بوسیله دولت (بانك صنعتی و معدنی ایران) وقسمتی دیگر بوسیله شرکتهای خصوصی ملی استخراج و بهره برداری میگردند عبارتنداز:

۱ ـ نـاحیه معادن جبال البرز و مجاور جبال البرز. معادنیکه در این نـاحیه واقع شده‌اند شامل

معدن ابـیك ـ اسکنـان ـ فـشند ـ اردهـه ـ سیبستان ـ آزادبـر ـ مـلـك فـالیز ـ حسنکدر ـ نسـاءوکاجـره ـ دربند سر ـ شمشك ـ فیچال ـ روتـه ـ لالون

آب‌نیك ـ چشمه‌سر ـ هشتدر ـ خاتون بارگاه ـ یونه‌زار ـ لار ـ آبعلی والیکا میباشند

۲ ـ ناحیه معادن مازندران و گرگان ـ معادنی که در این ناحیه واقع اند عبارتند از :

معدن گلندرود ـ گرداباد ـ زیرآب ـ کانیج کلا ـ دلیلم ـ کاستیلیان و معدن قشلاق.

۳ ـ معادنیکه در نقاط مختلف کشور واقعند از قبیل معادن قالیچه بلاغ (نزدیك شمال زنجان) معادن پاپی (نزدیك خرم‌آباد) معادن چشمه گل (نزدیك تربت‌جام) حوضی (نزدیك مشهد) بزغال یا بغبغو (نزدیك مشهد) طرق (بین اصفهان و کاشان) معدن پریخان (نزدیك شاهرود) ابر (نزدیك شاهرود) طالو و مقصود کوه (نزدیك دامغان) ساری داغ (نزدیك تبریز) بادامویه (نزدیك کرمان) اردپلنگ (نزدیك قزوین).

ازبین معادن بالامعادن شمشك وتوابع ـ روته ـ لالون ـ کاجره ـ الیکا ـ زیرآب کلندرود و چشمه گل از طرف بانك صنعتی و معدنی بهره برداری میشوند وبقیه یا بوسیله شرکتهای خصوصی ویااینکه هنوزدرانها اصلا عملیات استخراج و بهره‌برداری آغاز نگردیده است . کلیه ذغالیکه از معادن دولتی وهمچنین ازمعادن ملی استخراج میگردند فقط بمصرف سوخت وتولید بخار برای برق در کارخانجات وبنگاههای مختلفه دولت بکارمیروند وچون هنوز کارخانجات گداز فلزات ومؤسسات متالوروژی در کشور وجود ندارند لذا اطلاعات جامع و کافی راجع به قابلیت کك شدن آنها وصلاحیت دیگر ازاین نقطه نظر دردست نیست .

بمنظور تهیه کك جهت تأسیس کارخانه گداز آهن آزمایش و بررسیهای متعددی هم در خود کشور و هم در آلمان انجام یافته ولی چون نتایج این گونه آزمایش‌ها به مورد عمل نگذارده شده لذا نمی‌توان آنها را صد در صد مقرون بحقیقت دانست .

مصرف سالیانه ذغالسنك در مؤسسات صنعتی در حدود ۱٤۰۰۰۰ تن بوده که بدین ترتیب تقسیم میشود .

کارخانه های نساجی دولتی ۲۷٪، کارخانه سیمان ۲۰٪، کارخانه های ملی

(اجرپزی وغیره ۱۸٪، کارخانه‌های قند ابکوه کرج و کهریزك ۸٪، کارخانجات ارتش ۱۴٪ سوخت درادارات و بنگاههای دولتی و منازل ۱۴٪.

جنس زغال‌سنگ ایران - بطور متوسط میتوان گفت که نوع ذغال ایران از نظر مصرف درصنعت خوب نیست زیرا اولا مقدار خاکستر و گوگرد آنها زیاد وثانیاً اغلب رگه‌ها محدود و قابلیت کک‌شدن را نشان نمی‌دهند. البته در ذغالهای نواحی مختلف اختلافاتی در مقادیر مواد فرار، خاکستر و ارزش گرمادهی و خواص دیگر موجود است وچون درسر معدن بهیچوجه شسته نمیشوند و بهمان‌حال طبیعی بغیر از درجه بندی به کلوخه وخاکه و ریزه استعمال‌میشوند ودر بازار بفروش‌میرسند لذا جنس ونوع آنها بمراتب پست‌تر از ذغال سایر ممالك صنعتی‌میباشد.

ترکیب ومشخصات ذغال مهمترین معادن از اینقرار است :

جدول نهم - ترکیب ومشخصات ذغال‌سنگ ایران

اسم معدن	میانه‌ضخامت رگه‌ها	مواد فرار	گوگرد	خاکستر	ارزش گرمادهی	استخراج سالیانه
شمشك	۲۰-۶۰سانتیمتر	٪۲۰	٪۱٫۷۵	٪۱۸	۷۰۰۰ کالوری	۱۷۰۰۰ تن
گاجره	» ۲۰-۸۰	٪۱۶	٪۲٫۵	٪۱۶	» ۷۰۰۰	» ۶۰۰۰
زیرآب	» ۲۰-۷۰	٪۳۳	٪۱٫۵	٪۱۸	» ۷۰۰۰	» ۳۰۰۰۰
گلندرود	» ۲۰-۱۱۰	٪۳۵	٪۱٫۳	٪۲۵	» ۵۵۰۰	» ۱۰۰۰۰
چشمه گل	» ۲۰-۱۰۰	٪۱۷	٪۲٫۵	٪۲۶	» ۶۰۰۰	» ۱۰۰۰۰
الیکا	» ۲۰-۱۰۰	٪۳۰	٪۱٫۵	٪۲۶	» ۶۵۰۰	» ۲۰۰۰

فصل چهارم
سوختهای ساختگی

ب) سوختهای ساختگی جامد عبارتند از : اول ذغال چوب دوم کاك ـ سوم بریکت

اول ذغال چوب ـ اگر مقداری چوب را در ظرفی سربسته که در آن هوا نفوذ نمیکند حرارت دهند وپس ازاینکه بخارات ومواد فرار متصاعد گشت درب ظرف را بگشایند، یك ماده سیاه رنگی که تقریباً برابر ۲۵٪ وزن چوب اصلی میباشد در درون ظرف مشاهده میشود که آنرا ذغال چوب مینامند. برحسب نوع وشکل چوب، ذغال چوب حاصله تغییر میکند، یعنی اگر چوب بحالت خاك اره و نرم باشد ذغال چوبیکه بدست میآید مانند خاک خواهد بود و اگر بشکل قطعه وتکه باشد همچنین ذغال چوب بشکل قطعه و تکه خواهد درآمد.

خواص ذغال چوب ـ ذغال چوب جسمی است برنگ سیاه تیره که دراثر مالش ولمس دست را سیاه ودرموقع ضربت وشکستن صدا میدهد ومقطع شکستگی آن حلقه های رشد ونمو نبات اصلی که ازآن چوب بدست آمده بخوبی نشان میدهد.

ذغال چوب بسهولت مشتعل شده وتاآخر کاملا میسوزد وهمین دو خواص از دلائل مهم شیوع و کثرت استعمال آن درکشورما میباشد. درجه گرمای اشتعال ذغال چوب بستگی مستقیمی بادرجه گرمائی دارد که درآن ذغال چوب بدست آمده وهر قدر درجه مزبور بالا وعالی باشد درجه روشن شدن و اشتعال ذغال چوب بهمان نسبت بالا وعالی خواهد بود. یکی دیگر از خواص ذغال چوب قدرت جذب بعضی ازگازها مانند امونیاك وهیدروژن سولفورو H_2S واتلین C_2H_4 میباشدرواگر قطعه‌ای ازآن که ازاینگونه گازهای قابل اشتعال اشباع گرددو درمجاورت اکسیژن و یا هوا درآید روشن شده ومیسوزد. در ساختن گاز خردل که بعنوان گاز مسموم کننده درجنگ جهانی اول بکارمیرفت گاز اتلین C_2H_4 بکارمیرفت، واین گاز را بوسیله خاصیت جذب

زغال چوب از گاز خروجی کارخانه‌ها و کوره های کك سازی بدست میآورند .

وزن مخصوص زغال چوب برحسب نوع چوب تغییر میکند یعنی اگر چوب اصلی سنگین وضخیم باشد زغال چوب حاصله هم بهمان شکل درمیآید و اگر بعکس چوب اصلی نازك وسبك وزن باشد وزن مخصوص زغال چوب هم کم خواهد بود و معمولا درحدود ۲ است. اگر زغال چوب درمعرض هوا و باران و برف ورطوبت واقع شود رطوبت را بآسانی درخود جذب میکند واگر گاهی اوقات بنظر خشك برسد ممکن است تا ده درصد رطوبت دربر داشته باشد .

ترکیب زغال چوب - برخلاف تصورعمومی زغال چوب از کربن خالص تشکیل نیافته ومقداری هیدروژن - اکسیژن-ازوت وخاکستردربردارد وترکیب میانه آن از اینقرار است : کربن ٥٩٪ هیدروژن ٥ر٠٪ اکسیژن-٥ر١٪ خاکستر۲ - ۳٪

هر گاه همیین زغال چوب رادرظرف سر بسته‌ای حرارت دهند، درحدود ۱۷-۲۵ برابر حجم خود از آن گاز متصاعد میگردد که ترکیب آن عبارت است از :

٤ر٩١٪ درحجم CO_2 ٠٨ر١٨٪ CO ٢٦ر٠٪ O_2 ١١ر٤٩٪ H_2 ٠٤ر١٦٪ CH^2 و ٣٧ر٧٪ N^2 ازوت

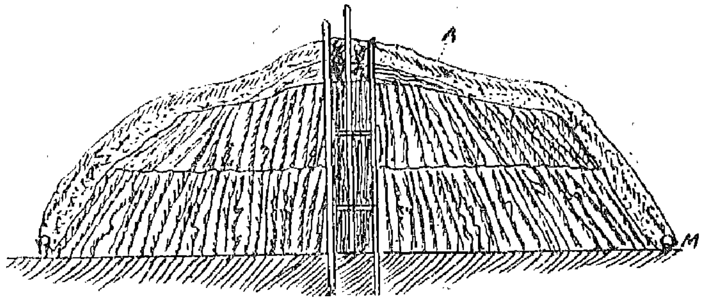
از نقطه نظر سوخت زغال چوب یکی از مهمترین سوختهای تهیه شده ایست که دربسیاری کارها و موارد متعددی بکار میرود؛ زیرا با شعله درخشانی افروخته گشته و محصول احتراق آن در درجات پائین تماماً انیدرید کربنیك CO^2 و مقدار بسیار کمی CO میباشد ولی دردرجات عالی گرما مقدار اکسید دو کربن CO فزونی یافته و بایك شعله آبی مایل به بنفش رنگی میسوزد. چون زغال چوب نسبة متخلخل است هوای آزاد درذرات آن بسهولت رخنه کرده ودرنتیجه زودآتش گرفته و بسهولت محترق میگردد . قدرت گرمادهی آن درحدود ۱۳۷۰۰ B.Th.U ویا ۳٤٥۳ کالوری کیلو گرام میباشد.

سابقاً قبل از شیوع کك ، زغال چوب سوخت کوره‌های بزرگ گداز آهن را تشکیل میداد وامروزهم دربعضی ازنقاط هندوستان که بطور وفور و ارزان ساخته میشود هنوز بکارمیرود ومحصولیکه بدست میآید نظر بکمی خاکستر زغال چوب از مهمترین انواع چدن و خشکه بشمار میرود . درکشورما زغال چوب مهمترین سوخت اصلی است ودرتمام منازل درتمام فصول سال چه برای پخت‌وپز وچه

برای گرما (درزیر کرسی) زیاد بکارمیرود ولی استعمال آن در نتیجه جهالت مردم با مراقبت ومواظبت لازم انجام نمیگیرد ودرنتیجه هرساله تلفات جانی میدهد،زیرا در موقع واندکی پس ازافروخته شدن مقداری اکسیددو کربن که گاز بسیارمسموم کننده ایست متصاعد میگردد واگرفضا محدود باشد واکسیژن کافی موجود نباشد هرذی حیاتی را مسموم کرده ودرمدت کوتاهی میکشد .

تهیه زغال چوب - ابتدا یك قطعه زمین هموار ومسطحی که دارای شیب ملایم و دور از معرض بادوباران وسیل باشد انتخاب کرده ودرسه نقطه نزدیك بمرکز سه عدد تیرچوبی بطول ۲-۳ متر وبفاصله ۰٫۴۰ - ۰٫۵۰ متراز یکدیگر بطور عمودی وبشکل مثلث درزمین فروبرده وبعداً باتیرهای کوچك افقی آنها را در طول بیکدیگر بسته ومحکم مینمایند .

دراطراف این دودکش مرکزی قطعات چوب پوست کنده که از بدنه وشاخه های درخت های جنگلی بدست آمده بطول ۰٫۴۰ - ۰٫۵۰ متر بریده شده بطرزی پهلوی یکدیگر قرارمیدهند که تشکیل حلقه های متحدالمرکزی بدهد (شکل ۱).



شکل ۱ - طرز چیدن چوب درتهیه زغال چوب

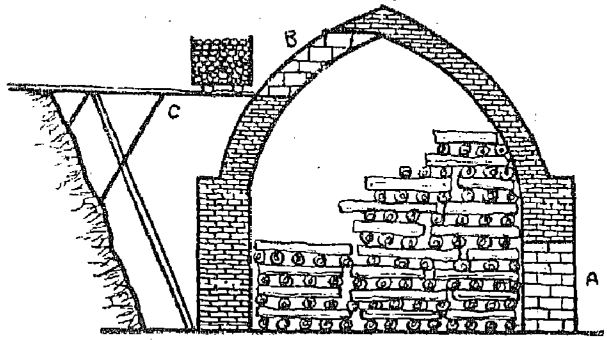
روی طبقه اولی یك طبقه دیگر بهمان ترتیب چیده وسپس روی طبقه دومی مقداری خورده چوب وشاخه برك قرارمیدهند. درقسمت پائین توده چوبهای قائمی بشکل ۷ نزدیك بیکدیگر درزمین فروبرده وروی آنها تیرهای افقی بسته که محافظت توده برقرار گردد وهنگام سوختن چوبها نیفتاده وتوده ازهم پاشیده نگردد. بعداً تمام سطح خارجی توده چوبی را ازیك طبقه چمن ویاکاه گل پوشانیده بقسمیکه منافذی نمایان نباشند .

جهت روشن کردن ابتداء آتشی ازخورده چوب وخاشاك روشن کرده و بداخل دودکش مرکزی میاندازند . چندی بعد قطعات چوب مجاوردودکش آتش گرفته و چون دراین موقع قسمتی ازمنفذ یا نفس‌کش دودکش را مسدود میکنند احتراق تدریجاً بطرف درون توده سرایت میکند و بفاصله کمی مقدارزیادی بخارآب ودوداز کنار و دیوار های توده بیرون آمده و بدرون شیاریکه دور توده تعبیه شده تقطیر میگردد . این عمل‌را مرحله «عرق کردن» چوب نامیده‌اند وهر گاه دراین موقع اتفاقاً فرورفتگی درسطح توده ظاهرشود فوراً آنرا مرمت کرده ومانع دخول هوای زیادی بدرون‌توده میشوند. البته برای‌ادامه احتراق هوای لازم را ازچند منافذیکه درقسمت تحتانی توده عمداً باز میکنندتأمین نموده واگرحرارت درونی از حد معینی تجاوز کند تعداد منافذ نامبرده راکم کرده وآنها را باگل ولای مسدود مینمایند. این رویه همچنان ادامه دارد تا اینکه عمل‌کاربونیزاسیون ویا نیم سوزشدن چوبهاکامل گردد . مدت عملیات ۱۰ ـ ۱۲ روز است. بعد ازآن پوشش سطحی را برداشته وذغال چوب حاصله را ازتوده خارج کرده وفوراًیادرآب‌فرومیبرند و یا اینکه بداخل شن وماسه سرد مدتی دفن میکنند تا بکلی خاموش شود والا سوخته ومبدل بخاکسترمیگردد .

نظریه‌ایکه برای ذغال کردن چوب بطریقی که ذکرشد وضع گردیده‌میگویددر مرحله نخست یعنی موقع عرق‌کردن،چوب‌آتش فقط محدود به دودکش و چوبهای مجاور آن بوده وگرمای حاصله چوبهای داخلی‌رابتدریج‌خشك‌کرده و رطوبت آنها بشکل بخارآب خارج میشود . در مرحله دوم آتش بتمام توده سرایت‌کرده وعمل خشك شدن بکلی خاتمه مییابد در آغاز مرحله سوم منافذ بالا و پائین را موقتاً باز نموده تااینکه هوای اضافی (اکسیژن لازم جهت ادامه احتراق) داخل شده و تولید جریان (کوران) بنماید ولی بمحض اینکه احتراق میخواهد شدید شود هوارابوسیله مسدود نمودن منافذ بازمحدود کرده تا اینکه چوب نیم سوزشده ودود زیادی‌متصاعد گردد . اگردود مبدل به گازشد منافذ بالا را بسته و آنهائی که قدری پائین ترهستند بازمیکنند . بستن وباز کردن منافذ بمنظور تهویه بوده ومقصود این است که‌اکسیژن بتمام نقاط بقدریکه‌لازم است برسد وعمل‌احتراق ناقص بماند وبشکل نیم‌سوزدرآید

بنابراین موقعی که توده بدین قسم در حال احتراق است همیشه در آن سه مرحله وجود دارد .

اول مرحله نیم‌سوزشدن چوب-دوم-مرحله احتراق و کاربونیزاسیون-سوم-مرحله خشك شدن وعرق کردن چوب . گازیکه فضای درونی توده را اشغال میکند دارای این ترکیب است . اکسید دوکربن CO ۳۳ر۹٪ ؛ انیدرید کربنیك CO_2 ۸۹ر۲۵٪ هیدروژن H_2 ۲۸ر۹٪ ؛ ازوت N_2 ۵۵/۵٦ ٪ ؛ همیشه این گازقابل اشتعال بوده ومیسوزد لذا قسمت معظم گرمای لازم برای نیم‌سوز کردن چوبها وتبدیل آن به زغال چوب از اشتعال



۲ـ تهیه زغال چوب بطریق امریکائی

واحتراق همین گاز است درصورتیکه مراحله نامبرده دربالا بطورمرتب ورضایت بخشی انجام گیرد محصول زغال چوب نسبت به وزن چوب اصلی فقط ۲۰ درصد و نسبت بحجم چوب اصلی ٦۸ درصد است . البته این اعداد ثابت نبوده و برحسب سرعت عملیات و درجه گرمای درونی توده ونظم کار تغییر میکند و هرقدر عمل نیم سوز کردن چوب سریعتر باشد مقدارمحصول کمترخواهد بود .

کك

دوم کك-اگر مقداری از زغال‌سنگ درظرفی سربسته بدون مجاورت و دخالت هوا حرارت به بیند، گازومواد فرارمتصاعد شده و یك جسم سیاه‌رنگی که قدری جلای فلزی دارد باقی میماند که آنرا کك نامیده‌اند .

کك بازغال سنگ عیناً همان نسبتی را داراست که زغال چوب باچوب دارد

یعنی هردو از محصولات تقطیر میباشند. در بسیاری از عملیات متاللورژی که در آنها نمیتوان زغال سنگ را بکار برد کاك بمنزله سوخت و عامل مؤثر احیاء کننده مخصوصاً در کوره‌های گداز آهن بکار میرود.

زغال سنگها را برای سه منظور اصلی تقطیر میکنند. ۱ ـ برای ساختن کاك ۲ ـ برای تولید گاز ۳ ـ برای تولید قطر آن و امونیاك و محصولات دیگر که بمصرف بسیاری از کارهای شیمیائی میرسد.

خواص کاك ـ خواص ککك برحسب نوع و جنس زغال سنگی که از تقطیر آن ککك نتیجه میشود تغییر میکند و معمولا ککك‌ها را در صنعت بسه دسته اصلی تقسیم‌بندی نموده‌اند:

اول ککك نرم و خورده ـ این ککك در عملیات آهنگری و حرارتی بسیار کوچك بمصرف میرسد.

دوم ککك گاز ـ که از تقطیر زغال سنگ گازدار بدست میآید و جهت سوخت در بخاری و اجاق ها و پخت و پز استعمال میشود.

سوم ککك سخت و فشرده ـ که محصول اصلی و مهم کوره‌های ککك سازی است. البته این نوع ککك است که بمنزله سوخت و عامل مؤثر احیاء کننده در عملیات گداز آهن در کوره های بلند و کوره های دیگر بشمار میرود.

ککك مثل زغال چوب فقط از کربن تشکیل نیافته و علاوه بر خاکستر همیشه مقداری اکسیژن، هیدروژن، ازوت و گوگرد در بر دارد و ترکیب متوسط آنرا میتوان چنین تصور کرد:

کربن ۸۵ ـ ۹۴٪ ـ هیدروژن ۵۰ر۰ ـ ۵ر۴٪ ـ اکسیژن ۹ر۰ ـ ۸ر۶٪ ـ ازوت ۳ ـ ۵ر۱۱٪

بهترین نوع کاك که برای عملیات گداز آهن بسیار مناسب است باید کمتر از ۳٪ مواد فرار و کمتر از ۲ درصد رطوبت داشته باشد و برحسب اینکه درجه گرمای کاك سازی زیاد یا کم، عالی یا پست بوده است مواد فرار کاك کم و بیش تغییر میکند زیرا اگر درجه گرمای کاك سازی کم بوده و کاك در گرمای پائین بدست آمده مواد فرار آن ممکن است تا ۲۰٪ برسد درصورتیکه گرمای تولید کاك زیاد باشد مواد فرار فقط

۲ درصد خواهد بود .

کك از نقطه نظر سوخت ـ درعملیاتیکه مواد اولیه باید تماس مستقیم باسوخت داشته باشد واز گرمای تشعشعی یاپرتو بدون شعله استفـاده نمـاید کك از بهترین و مناسب‌ترین سوختها بشمارمیرود .

ارزش گرمادهی آن تقریباً برابر ارزش گرمادهی زغال سنگ است که در نتیجه تقطیر آن کك بدست آمده بویژه اگر مقدار خاکستر کك از ۷٪ تجـاوز نکند . طبیعة هر گاه مقدار خاکستر کك کمتر باشد ارزش گرمادهی آن بیشتر خواهد بود واضـافه بر استعمال آن در کوره های بلند گداز آهن میتوان در بخـاری منازل بکار برد .

گو گرد زغال اصلی که بمصرف کك سازی میرسد باید حتی المقدور کم باشد زیرا تجربه نشان داده است که قسمت معظم گو گـرد محتوی زغال سنگ هنگام تقطیر از بین رفته و بدرون کك میرود ودر نتیجه ازصلاحیت استعمال آن بعنوان سوخت کوره هـای گداز آهن بمراتب میکاهد چونکه ۵۰ درصد گو گرد کك بدرون آهن گداخته رفته وازخواص ومرغوبیت نوع چدن حاصله کم میکند .

در انتخاب زغال سنگ بمنظور کك سازی ابتداء باید مورد استعمال و خواص کك حاصله رادر نظر گرفت و البته بهترین روش آزمایشهائیست که ازززغال سنگ و کك حاصله در آزمایشگاه بعمل میآید؛ نه فقط برای اینکه خواص زغال سنگ جهت کك سازی و خواص کك حاصله تعیین گردد بلکه برای اینکه بررسی کرد چگونه ممکن است دراثر امتزاج و اضافه کردن رطوبت و یـا شستن و عملیات دیگر خواص وقابلیت کك شدن زغال سنگهائیرا که کك نمیدهند در انها ایجاد کرد .

کوره های کك سازی ـ کلیهٔ کوره های کك سـازی را بردو دسته تقسیم بندی نموده‌اند بدینقرار :

۱ ـ کوره هائیکه ازمواد فرار و متصاعده بهیچوجه استفـاده نمیشود و مقصود تقطیر زغال سنگ فقط کك میباشد .

الف)ـ کوره‌هائیکه احتراق در داخل آنهاصورت میگیرد مثل کوره‌های کندوشکل .

ب) ـ کوره‌هائیکه احتراق درخارج آنها صورت میگیرد مثل کوره‌های اپولت

وکوپه وغیره .

۲ ـ کوره‌هائیکه مواد فرار ومتصاعده تقطیرزغال سنگ را گرفته ومحصولات آنها علاوه بر کك محصولات فرعی ودرجه دومی ازقبیل قطران ـ آمونیاك ـ سولفات دامونیم نفتالین ـ بنزول وگاز ومشتقات دیگر میباشد . این نوع کوره‌ها نیز بر دوقسمند :

ج) ـ کوره‌های فرعی بدون دستگاه حفاظت گرما از قبیل کوره سیمون کاروس SimonCarves ـ سمت سولوی Semet –Solvay ـ کوپه Coppeé ـ وسیمپلکس Simplex .

د) ـ کوره‌های فرعی مجهز بادستگاههای حفاظت گرما باز ازقبیل کوره هـای سیمون کاروس؛ سمت سولوی ؛اوتو هیلگن استوك Otto –Hilgenstock؛ کوپـرز Koppers؛ اتوهوفمن Otto – Hoffmann وبالاخره کوپه که در ممالك مختلف اروپا معمول ودرامریکا نوع بکر Becker وکوپرزمتداول شده‌اند .

۱ ـ الف ـ کوره کندو شکل [۱] ـ نظر بشباهت زیادی که شکل سـاختمانی این نوع کوره‌ها بکندوی زنبورعسل که دراروپا معمول است دارد لذا بآنها کوره کندوئی میگویند وشرح آن ازاینقراراست :

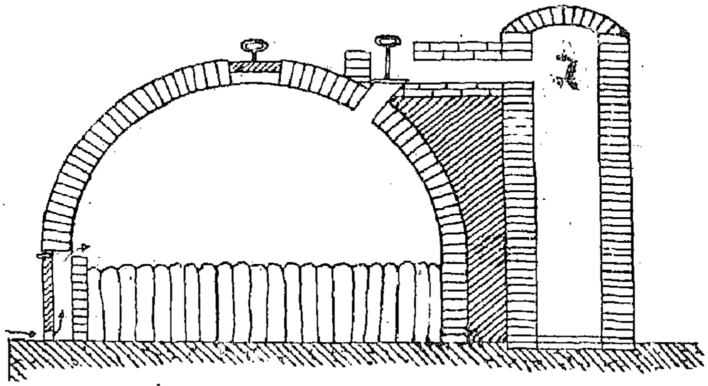
کوره کندوئی اطاقیست که کف آن دایره شکل بقطر ۲٫۵ متر ودیوار های جنبی آن تابلندی ۸۰ سانتیمتر کاملا مستقیم واستوانـه‌ای وسپس قوسی میشود بقسمی کـه ارتفاع مرکزقوس تاکف اطاق درحدود ۳ متر میباشد، پوشش سطح درونی کوره البته ازمواد نسوزبوده وهر کـوره دارای یك دریچه کاردرجلوودو دریچه دیگر که یکی در مرکز سقف جهت بار گیری ودومی قدری پائین تر ونز دیك منفذدودکش است قرار گرفته‌اند.

این دودریچه را طوری میسازند که میتوان بوسیله آنها هوای خارج را گاهی بطرف داخل کوره‌ها وگاهی بطرف دودکش راهنمائی نمود

کوره‌های کندو شکل رااصولا یکی بعد ازدیگری متصل بهم ودررردیف های ۲۵ تا ۵۰ عددی میسازند بقسمی که‌هر کوره میتواند از گرمای کوره مجاور استفاده نمایدو از گرمای پرتوی (تشعشعی) بهره‌مندشود . قبل از باردادن کوره همیشه یك دیوارموقتی در

۱ـ Beehive cocke oven

داخل کوره مقابل درب اصلی میسازند تا اینکه مانع اخراج وریزش زغال سنگ بخارج کوره گردد. پس از اینکه کوره تا اندازه معین از زغال پر شد آنوقت دیوار نامبرده را خراب میکنند. بارهر کوره در حدود هفت تن غال سنگ خاکه و بسیار نرم که قدری رطوبت دارد میباشد و آنرا از دریچه فوقانی که روی مرکز سقف قرار گرفته بدرون کوره با دست و یا باوا گونت میریزند. پس از خاتمه عمل بارگیری کوره را روشن کرده و چهار ساعت بعد ذغـال سنگ شروع بتقطیر میکند و یك دود سفید رنگی از دودکش و درزهای کوره متصاعد میگردد. دراین وقت باید منافذ و درب پائین کوره را باز کرد تا اینکه هوای کافی جهت ادامه احتراق بدرون کوره برود. گازهائیکه روز اول در اثر احتراق متصاعد میشوند



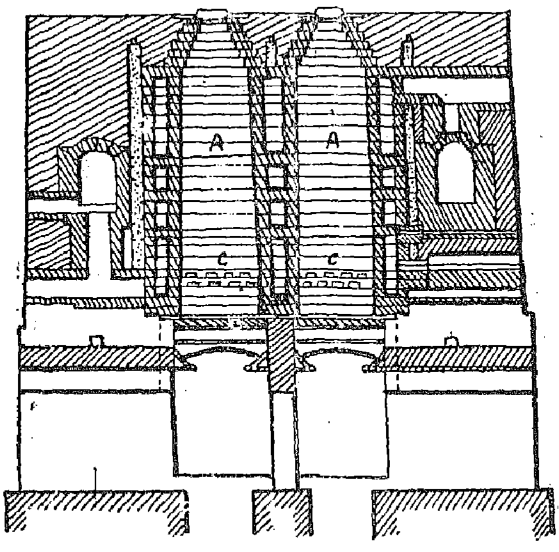
شکل (٣) - کوره کك سازی کندو شکل

چون تمام منافذ مسدودند روی سطح زغال افروخته باشعله‌ای و دود تاری میسوزند. درروز دوم شعله بتدریج روشنتر و درخشان گشته و اگر شدید شد بـاید تمام منافذ را مجدداً بست و مانع دخول هوا شد. درروز چهارم نه فقط شعله قرمز رنگ خواهد بود بلکه زغال وجدارهای کوره دراثر بالارفتن درجه گرما سرخ رنگ میشوند. حال باید کلیه منافذ را با گل ولای و یا کاه گل فوراً بست بقسمی که بهیچوجه هوا بدرون کوره نرود تا اینکه عمل کاربونیزاسیون ونیم سوز شدن زغال و بعداً کك شدن خاتمه یابد. قبل ازخارج کردن کك باید فوراً مقداری آب سرد روی کك گداخته ریخته شود. وبعد ازسرد شدن قطعات بهم چسبیده وفشرده کك را بـا انبرهای درازمخصوصی از درون کوره بیرون میآورند. محصول و بازده کوره کندوئی معمولا درحدود ٦٠٪ کلیه

مقدار بارمیباشد یعنی ازهفت تن زغال سنگ ٥ر٤ تن کک بدست میآید

اگرچه کک حاصله در این طریقه بسیار خوب است ولی از نقطه نظر اقتصاد فنی بهیچوجه مقرون بصرفه نمیباشد زیرا اولاً مقداری از کک محصول باید بمصرف گرم کردن وروشن کردن کورهها برسد و ثانیاً اغلب گرمائیکه در نتیجه احتراق زغال و در مواد فراران موجود است متصاعد شده و به هیچوجه مورد استفاده قرار نمیگیرد؛ و از همه مهمتر نمیتوان محصولات درجه دوم تقطیر زغال سنگ را گرفت و از آنها استفاده بازرگانی نمود. امروزه این نوع کک سازی در شرف زوال است و کمتر عمل میشود.

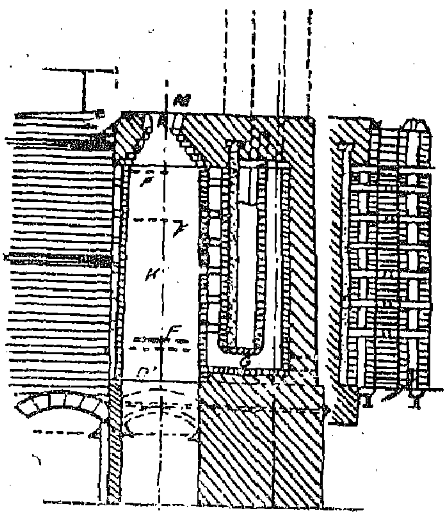
۱ ـ (ب) کوره اپولت [Appolt] ـ بطوریکه ذکر شد عمل کک سازی در کورههای کندوئی از طرفی بطئی و از طرفی دیگر چون احتراق دردرون کوره وقوع مییابد و آتش تماس مستقیم بازغال دارد لذا بطور اجبار مقداری کک سوخته و بکلی ازبین میرود؛ ودیگر اینکه عمل بارگیری وباراندازی مستلزم ساختن و خراب کردن دیوار های حائل میباشد بدین لحاظ بمنظور تسهیل و سرعت درعملیات کک سازی



شکل ٤ ـ کوره کك پزی اپولت

«برادران اپولت» کورهای وضع کردهاند که بعداً باسم آنان مشهور گشت ودرشکل (٤) مقطع یکی از آنها داده شده است

ساختمان کوره اپولت اولین قدمی بود که در راه اصلاح کوره کندوئی و استفاده از گرمای زائد احتراق زغال سنگ در حین تبدیل به کک برداشته شد واگرچه در این کوره باز بوجه احسن از مواد فرار استفاده نمیشود ولی گرمای زیادی گازها که سابقاً تلف میشد بمصرف گرم کردن خود کوره میرسد



شکل ٥ــ کوره کک پزی اپولت

اطاق کک سازی از یک فر(۱) قائمی بارتفاع ۸۰ر٤ متر بقسمی ساخته شده که قسمت فوقانی آن بطول وعرض ۱۵ر۱ × ۳۵ر۰ متر وقسمت تحتانی آن ۲۵ر۱ × ٤۵ر۰ متر میباشد یعنی قسمت بالا تنگ وباریک تر ازقسمت تحتانی است . فرها را پیوسته ودر ردیف‌های ۱۲ یا ۱۵ عددی برابر یکدیگر بنا میکنند وهر فر یااطاق کک سازی بوسیله یک دیوارمجوف که در آن مواد فرار و گازها محترق میشوند ازفر دیگر مجزا میباشد

دربالای هرفر یک دریچه بارگیری و درقسمت تحتانی آن دو درب آهنی که بطرف پائین و خارج باز میگردد ساخته شده که در موقع خارج کردن کک بطرف پائین بازشده ومحتویات کوره باوزن وسنگینی خود بخارج دریک ظرف و یا واگن مخصوصی میریزد.ظرفیت کورهای اپولت کمتر از کوره کندوئی است وهرفری گنجایش ۱/٥ تن زغال سنگ خاکه بیش ندارد ؛ بعد از آنکه عمل بارگیری انجام یافت منافذ

۱— Oven

ودربهارا بسته وچون درون کوره ودیوار های مجاور آن نسبة بحد کافی گرم هستند فوراً ذغال سنگ شروع بتقطیر نموده و گازهای قابل احتراق که متصاعد میشوند از سوراخهای دیوارهای مجاور بدرون دیوارمجوف جنبی رفته سوخته شده و گرمای خودرا بمصرف گرم کردن آنها میرساند . عمل کک سازی دراین نوع کورهها فقط ۲۴ ساعت وقت لازم دارد ومیتوان برنامه کاررا طوری تنظیم نمود که درهرساعت یک فررا بار دهند وفر دیگریرا ازمحصول خالی کنند . مقدارمحصول وبازده کوره اپولت ۱۰ درصد بیشتر از کوره کندوئی است و کک حاصله سخت ومحکم ودارای خواص بسیار خوبی میباشد ولی هزینه اولیه ساختمان کورههای اپولت بیشتر از کوره کندوئی است .

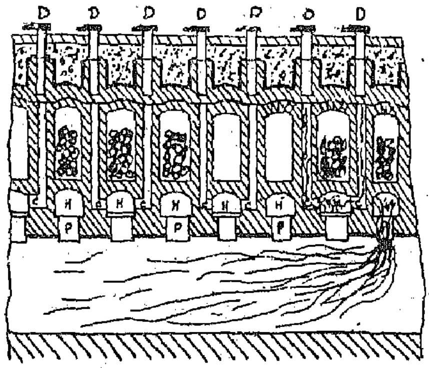
۱ ـ (ب۲) کوره کوپه Coppée ـ این نوع کورههای کک سازی که درفرانسه بلژیک ـ آلمان ولهستان متداول است عیناً برروی اصول وقاعده کوره اپولت ساخته شدهاند وفقط درشکل ساختمانی واندازه وظرفیت فرها تفاوت دارند . اطاق یا فریکه درآن زغال سنگ محترق شده و مبدل به کک میگردد اطاقی است بطول ۱۰ متر ولی بعرض ۰/۴۵ متر وبارتفاع ۱/۲ متر. جداردرونی آن از مواد نسوزدرجه دوم پوشیده گشته وآنها را پیوسته بهم درردیف ها موازی مقابل یکدیگر بنا میکنند .

دردوطرف کوره درب های آهنی کار گذارده شده که برای خارج کردن کک بازو بسته میشوند . زغالی که باید مبدل به کک شود خورد ونرم کرده و بحالت خاکه که قدری رطوبت دارد درآورده وازدریچههائیکه روی سقف وبام فرهاساخته شده بداخل میریزند . بین هردو کوره یک دیوار توخالی قرار گرفته که در آن مواد فرار و گاز های متصاعده که از کوره خارج میشوند محترق گشته و بدینشکل سوخت کوره را تأمین مینماید

عمل بارگیری در حدود ۱۰ دقیقه و کک سازی بین ۲۴ ـ ۴۸ ساعت بطول میانجامد . پس ازخاتمه عملیات هرفریکه آماده باشد دربهای دوطرف آنرا باز نموده و کک را که مانند یک دیوار گداخته میباشد بوسیله آلتی دفعة و یکدفعه بیرون آورده وفوراً سردمیکنند. بازده این کورها خوب و کک سخت وفشرده حاصل میشود .

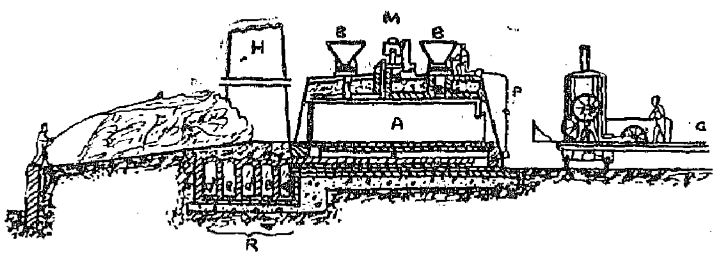
۲ـ (ج-د) کوره سیمون کاروس Simon Carves ازمهمترین انواع کورههائی که مواد فرارومتصاعد، تقطیر ذغال سنگ راگرفته و از گرمای زائد گاز و محصولات

درجه دوم(۱) استفاده مینمایند کوره سیمون کاروس میباشد . اصول ساختمانی آن عیناً مانند کوره کوپه که قبلا ذکر شده میباشد جز اینکه دارای دستگاه حفاظت گرما(۲) و وگرفتن مواد و گازهای متصاعده میباشد. درطبقه تحتانی کوره یا فرهای اصلی کک پزی دو دستگاه ژنراتور یا رکوپراتور (۲) جهت گرم کردن گازیکه بمصرف سوخت کوره ها میرسد قرار گرفته و گازهای متصاعده پس ازعبور ازدرون دستگاه های مختلف دراین



شکل ٦ — برش قائم فرهای کك پزی کوپه

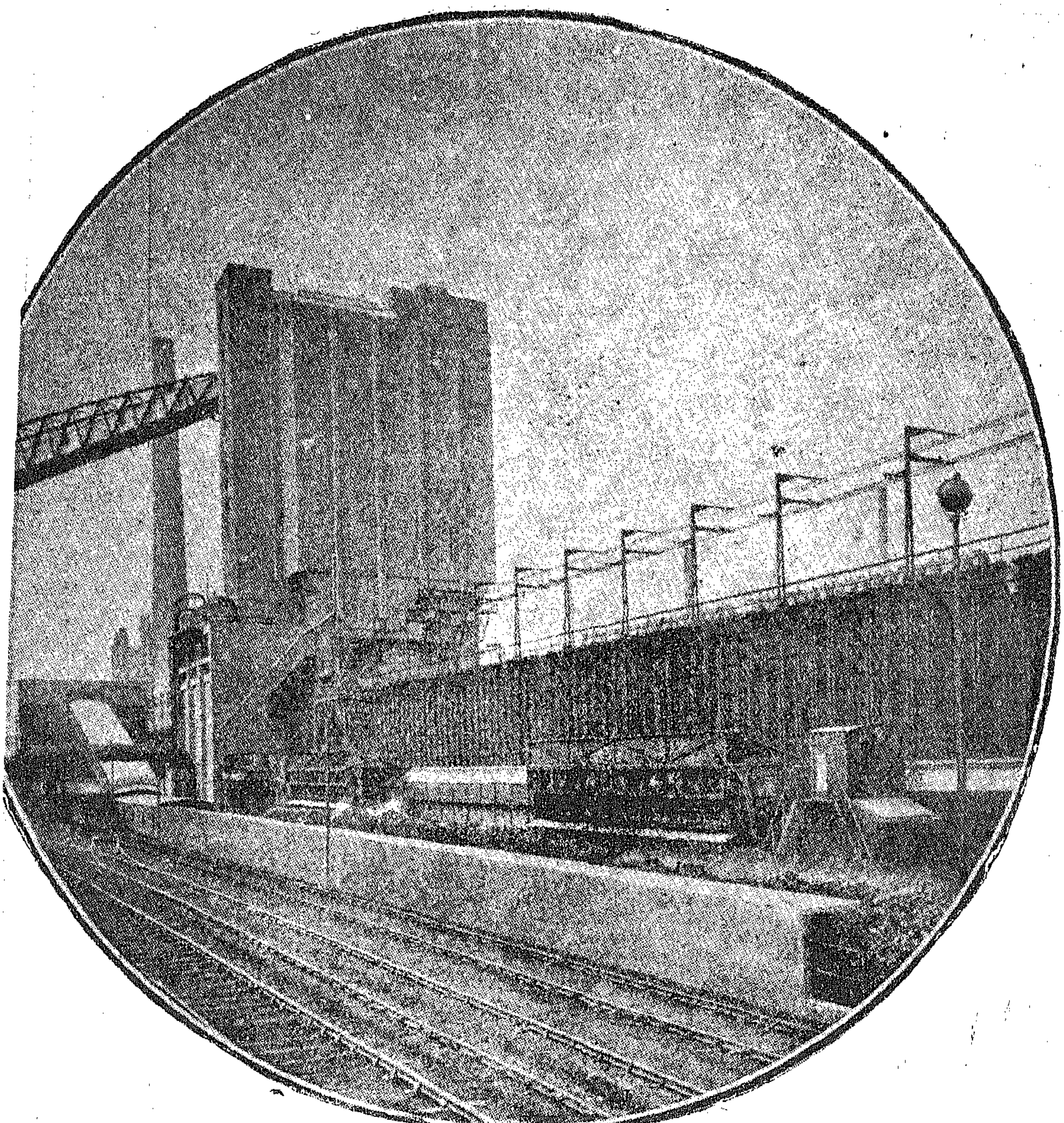
ژنراتورها گرم شده و در دیوارهای مجوف جانبی فرها میسوزند و گرمای خود را بمصرف کك سازی میرسانند .



شکل ۷ — برش یك فر كك پزی سیمون كاروس

فرهای کوره سیمون کاروس از اطاقهائی باندازه ۱۰×۰/٦×۲/۵ متر و به مقدار ۲۰ الی ٦۰ بطور پیوسته و متصل بهم دریك یا دو ردیف موازی ومقارن ساخته شده اند .سقف فرهارا غالباً ازیك لایه ماسه و شن میپوشانند که بمنزله عایق حرارتی بکار

۱- Bye - products ۲- Recuperator

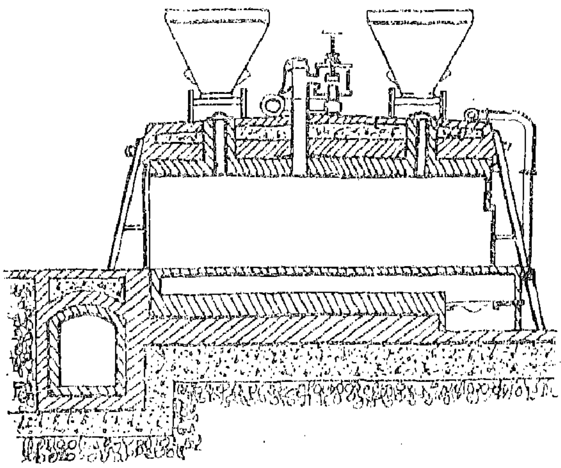


شکل(۸) ـ کارخانه کک‌سازی از نوع سیمون کاروس

رود . روی هرفری سه منفذ جای گذارده شده. منفذ وسطی متصل بلوله چدنی اصلی است که مواد متصاعده و فرار تقطیر شده اززغال سنگ را بدستگاه تقطیر دیگری جهت استخراج قطران و آمونیاك ومشتقات دیگر هدایت میکند .

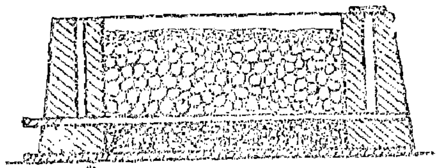
روی دو منافذ دیگر قیفهائی کار گذارده شده که از درون آنها زغال سنگ خاکه را برای کك شدن بدرون فرها میریزند. مدت کك سازی دراین نوع کوره‌ها ۴۰ ـ ۴۸ ساعت ومحصول آنها نسبةً کك سخت وفشرده میباشد که برای گداز آهن وکوره‌های بلند گداز مس و سرب و غیره بسیار مناسب میباشد . چون هوائی بهیچوجه نمیتواند بداخل فرها برود لذا مقدار محصول بیش از ۱۰ در صد ازکلیه محصول کوره های کندوئی بیشتر است .

کورهائیکه برروی اصول وشبیه سیستم سیمون کاروس میباشند زیاد و اختلافات موجوده فقط دراندازه فرها وطرز گرم کردن واستفاده ازگاز متصاعد و یا ازگاز زائد کوره‌های بلند وغیره میباشند . مهمترین شرکتهای سازنده کوره‌های کك سازی عبارتند از:otto-Hilgen stock، otto-hoffmann، koppers، carves، simon، Copée وغیره میباشند و درهرمملکتی یك یاچند نوع ازآنهامتداول گشته است زیرا



شکل ۹ — یك فر كك سازی از نوع سیمون کاروس

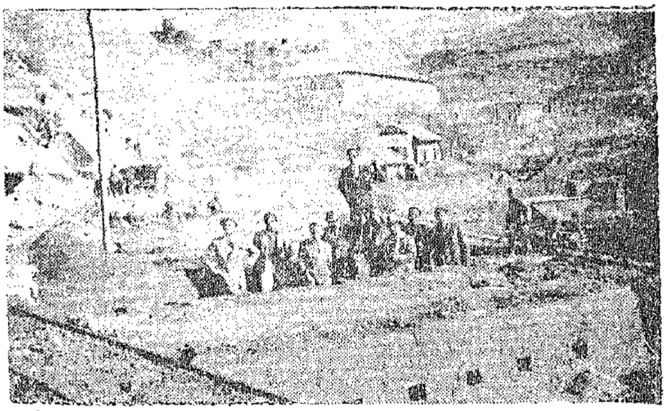
هر نوعی دارای مزایای بخصوص میباشد که در نتیجه شهرت بازرگانی و صنعتی بدست آورده است . بطور کلی درروی بام فر کوره های کک سازی که در آنها از مواد متصاعده استفاده میگردد اضافه برد و دریچه بارده ـ ی یك اوله چدنی کار گذارده شده که از



شکل (۱۰) ـ تهیه کک بطریقی که در ایران

معمول است .

طرفی بلوله بزرگ اصلی متصل میباشد و موارد فرار و گازاز این لوله اصلی به دستگاههای تقطیر هدایت میشوند . بازیافت محصولات فرعی (۱) ـ دستگاه تقطیر ـ معمولا دستگاه تقطیر یا کندانسورهائیکه متمم و مکمل کار خانه کك سازی میباشند بر حسب نوع



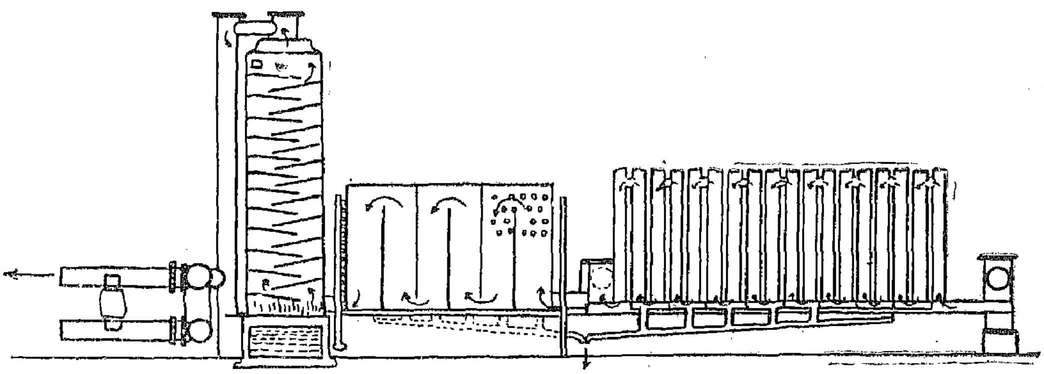
شکل ۱۱ — یکی از کوره های کك سازی درمعدن شمشك

وطریقه استخراج مایع امونیاك وقطران تفاوت میکنند . مثلا درطریقه غیر مستقیم این دستگاه از سه قسمت اصلی تشکیل یافته که عبارتند از ۱ ـ کندانسورا تمسفری ۲ ـ کند انسور آبی ۲ ـ برج تصفیه وشستشو .

Condenser - ۲Recovery of bye - products — ۱

۱ ـ کندانسورا تمسفری ـ این دستگاه از ۲۰۰ لوله آهنی هر یك بقطر ۰/۷۵ و بطول ۱۲ متر ودر ۲۰ ردیف ۱۰ عددی در اطاقی بطور قائم کار گذارده شده اند. گاز متصاعده که از فرهای کك سازی بوسیله لوله چدنی اصلی هدایت میشوند بداخل این دستگاه آمده واز درون این لوله های متعدد از بالا به پائین یك لوله و از پائین به بالای لوله دیگر عبور کرده و درطی مسیرخود قطران موجود را روی سطوح لوله ها که بتدریج سرد میشوند باقی گذاده ودر گرمای ۵۰ درجه سانتی گراد از لولهٔ اخری خارج شده و برای باز یافت امونیاك ومواد دیگر بقسمت دوم دستگاه میرود.

۲ـ کندانسور ابی ـ این قسمت از یك اطاق که جدارهای آن از آهن ساخته شده و درون آن باطاقهای کوچك تر تقسیم شده تشکیل یافته. گاز سرد شده ایکه بدون قطران میباشد داخل این قسمت شده ودر مسیرش بموانع که جدارهای آهنی باشد بر خورد نموده وامونیاك مایع وبقیه قطر انیکه ممکن است محتوی باشد برروی سطوح دیوارهای آهنی تقطیر میگردد. بعداً از قسمت پائین خارج شده و گاز بقسمت سوم دستگاه هدایت میگردد.



شکل ۱۲ ـ دستگاه محصولات فرعی کارخانه كك سازی. در شکل بالا بترتیب از راست بچپ کندانسوراتمسفری و ابی و برج تصفیه شستشو و تصفیه دیده میشوند

۳ ـ برج تصفیه وشستشو ـ از یك استوانه آهنی یا بشکل مکعب مستطیل که بلندی آن در حدود ۶۲ متر و اندازه قطر ویا یك ضلع قاعده آن ۶/۵ متر است تشکیل میشود. درداخل برج از بالا به پائین صفحات آهن سوراخ داری بطور مایل ومتناوب در هر چهار جهت قرار گرفته وبمنزله موانع بکار میروند.

گازیکه درمسیر ش از پائین به بالا بموانع مزبور برخورد کرده امونیاك وقطران باقی مانده خود را روی این موانع میگذارد. چون مقدار آب کافی از بالای برج بشکل باران دائماً در داخل برج ریزش میکند لذا هر چه روی سطوح موانع هستند شسته و بمخازن و انبارهائیکه در خارج برای جمع آوری وجدا کردن این مواد ازدیگر ساخته شده میبرد

در این مخازن معمولا قطران روی مایع امونیاك قرار میگیرد و بدین سبب میتوان امونیاك را باتلمبه بمخزن دیگری که محتوی مقداری اسید سولفوریك است فرستاد تا آنجا پس از مخلوط کردن نمك سولفات دامونیم حاصل شود. سولفات دامونیم را بیشتر بشکل بلورهای اشتباع شده $(NH^4)2SO^4$ درحوض های تبلور بدست می آورندوسپس آب اضافی آنرا با بخار تبخیر مکنند.

بطورکلی از یك تن زغال سنگ که در این کوره ها تبدیل بکاك میشودمیتوان ۵۰ کیلو گرام (۵٪) قطران و ۱۰ کیلو گرام(۱٪) سولفات دامونیم بدست آورد. پس از استخراج این دو ماده اصلی ازمواد فرارمیتوان بنزول،نفتالین ومواد دیگری مانند تولوئین Toloene وزایلین Xylene وانتراسین Anthracene واسیدکاربولیك وغیره را باز یافت ومقادیر آنها بطور تقریب ازینقرار است:

کاك ۶۱۲/۲ کیلو گرام - قطران ۳۶/۸ کیلو گرام - گازقابل اشتعال ۳۴۲۸۰۰ لیتر - سولفات دامونیم ۳/۲۸ کیلو گرام - بنزین ۴/۶۲ کیلو گرام - تولوئین ۱/۳۶ کیلو گرام زایلین - ۰/۶۸ کیلو گرم - اسید کاربولیك ۰/۲۳ کیلو گرام - نفتالین ۰/۱۵ کیلو گرام - انتراسین ۰/۱۱ کیلو گرام.

بریکت

سوم - بریکت یك سوخت ساختگی است که ازخاکه مواد سوختنی ویك ماده چسبنده ای که بمنزله سیمان عمل میکندترکیب یافته وبیشتر بمصرف سوخت دیگهای بخار ودر بعضی لکوموتیوها بکارمیرود؛ بویژه درنقاطی که چندان دسترسی بسوختهای بهتر نباشد. ماده سوختنی بریکت ممکن است خاکه زغال سنگ - خاکه کاك - خاك اره ویا زغال قهوه ونارس ویا مخلوطی از آنها باشد. ماده چسبنده معمولا قیر - اسفالت - ملاس چغندر - آرد و نشاسته های ارزان صنعتی میباشد.

برای ساختن بریکت خاکه مواد سوختنی را گرفته وپس ازخورد کردن مجددوسرند کردن

و در آوردن آنها بیك اندازه بامقداری ماده چسبنده مخلوط کرده و مخلوط را بوسیله ماشین عجین کننده بشکل عجین یا خمیره در آورده و در تحت فشار قالب زده و باشکال مکعب مستطیل و یا تخم مرغی در می آوردند و در آفتاب یا جای گرمی خشك میکنند.

بریکت خوب باید محکم و فشرده باشد تااینکه موقع حمل و نقل ذرات آن ازهم متلاشی نشده و نشکند و الا ارزشی ندارد

مشخصات بریکت خوب از اینقرار است. مواد فرار ۱۵ـ ۴۰ ـ ٪ کربن ثابت ۵ـ ۸۰ ٪ ـ خاکستر ۴ ـ ۱۰ ٪.

بریکت نباید در جای مرطوبی انباشته شود و الا از قدرت گرمادهی و تبخیر ان کاسته خواهد شد.

در تهران یك شرکت خصوصی بریکت را بشکل تخم مرغ از خاکه زغال ـ خاکه کك و ملاس چغندر میسازد ولی چون مواد اولیه را خوب تهیه نمیکند لذا خاکستر آن زیاد است و فقط برای سوخت بخاریهای منازل مناسب میباشد

زغال سنگ گرد ـ ازسوختهائیکه نسبةً جدیداً در دسترس صنایع قرار گرفته واز مزایا و محسنات سوختهای مایع و گازی تا اندازه بهره منداست زغال گرد یا پولوریزه (۱)) میباشد. جهت اینکار ابتدا زغال سنگ و یا خاکه کك و مخلوطی ازهردو را در ماشین‌های خورد کنی میکانیکی خورد کرده و کاملا نرم کرده و بشکل گرد در می آورند و سپس با فشارهوای متراکم از درون آلتی موسوم به انژکتور injector یا آلت تزریق کننده بدرون کوره و یا محلی که باید بسوزد و مشتعل گردد تزریق میشود. انژکتور را عیناً مانند مشعل (برولور) سوختهای مایع نفت میسازند.

از مشخصات و مزایای این نوع سوخت این است که میتوان زغال سنگ نسبةً درجه پستی را که بدرد چیز دیگری نمیخورد خورد کرد و یاقدری زغال سنگ تهیه و با کك خاکه مخلوط کرد و بوجه خوبی بکار برد.

تزریق کننده باید زغال گرد را در فضای نسبةً مناسبی تزریق کند تا اینکه شعله بسهولت و آزادی بوجود آمده و درمدت کمی درجه گرمای اشتعال بالارود و بحدماکسیمم برسد. درمقابل مزایای نامبرده این نوع سوخت زیان هائی نیز دارد. مثلا هزینه خریداری و تأسیس دستگاه خورد کردن و در آوردن زغال بشکل گرد وسوزانیدن آن باهوای متراکم نسبةً زیاداست. دیگر اینکه چون در کارخانه زغال خورد کنی، زغال بشکل گرد

Pulverised coal —۱

وغبار فضارا از ذرات گرد زغال اشباع میکند وممکن است مخلوط انفجار تولید کند لذا باید کمال مواظبت و مراقبت بعمل آید تااینکه اتفاق و حادثه سوئی رخ ندهد . دیگر اینکه خاکستر زغال برروی بار کوره نشسته ویا بوسیله (کوران) جریان هوا بدرون دالانهای دودکش رفته و آنرا پس ازمدتی پر کرده که هرچندی احتیاج به پاك کردن بشود . سوخت گرد مورد استعمال شایانی دردیگهای بخار و کورههای شعله (روربر) و گاهی اوقات در آهك پزی پیدا کرده است .

سوختهای مایع

نفت و مشتقات آن .نفت های طبیعی که بطور وفور در ممالك نفت خیز گیتی از قبیل ایالات متحده امریکا.شوروی سوسیالیستی.ایران - عراق.عربستان سعودی.مکزیك رومانی- وترنی داد (امریکای جنوبی)وبمقادیر کمتری در ژاپن - جزایر هند هلند - هندوستان -مصر و آلمان ولهستان یافت واستخراج میکردند از مهمترین منابع سوخت و گرما بشمار میروند . باوجودیکه امروزه نفت برای بشر متمدن یك ماده حیاتی گشته جای تعجب است که هنوز اصل حقیقت و منشاء این ماده وطرز پیدایش آن بطوریقین آشکار ومعلوم نیست زیرا بین متخصصین نفت وزمین شناسان اختلاف نظری دراین موضوع موجوداست و نظریههای کنونی مورد قبول همه واقع نگردیدهاند

دسته اززمین شناسان معتقدند که اصل ومنشاء نفت فعل و انفعالات بطیء شیمیائی بوده که بین مواد معدنی درقشر زمین بعمل آمده دسته است. دیگر میگویند که از ترنفت اکم بقایای حیوانات و نباتات دریائی بوجود آمده ولی چیزیکه مسلم است این است که نفت خام درلایه های قشر زمین در ژرفهای مختلف زمین درخلال سنگهای نفوذ ناپذیر ازقبیل شن وماسه ویا سنگهای رسوبی شکافدار و متخلخل پیدا میشود .

سنگهای مزبور گاهی اوقات درحدود $\frac{1}{8}$ وزن خود محتوی نفت خام میباشند. نفت های خوزستان ایران درخلال سنگهای اصلی موسوم به سنگ آهك اسماری یا limestone Asmary و نفت های روسیه وامریکادر بین ذرات ماسه و شن جمع گردیدهاند .

اصولا سنگهای نفت دار درقشر زمین زیر یك لایه نفوذ ناپذیری مانند گل رس یامارن قرار گرفته اند واگر نه بمرور زمان از خلال آنها رفته رفته بسطح زمین رسیده

ودر مجاورت هوا و آفتاب تبخیر شده و از بین میرفتند

طبقه نفت‌خیز در چینهای برجسته تاقدیس (Anticline) زیر گاز طبیعی و روی آب (آب شور) ذخیره شده ولی متاسفانه طبقات نفت‌خیز در درون زمین هموار و پیوسته نبوده بلکه در اثر شکسته گیها و چین خورد گیهائیکه در نتیجه حرکت طبقات درونی زمین رخ داده و دائماً در تغیر است قسمتهای نفت‌دار از هم جدا شده و بشکل عدسی (Lenticles) در آمده اند.

امروز وسایل وابزار بسیار دقیق و حساسی که زائیده پیشرفت و ترقی دانش زمین شناسی و ژئوفیزیك است اجازه میدهند که از سطح زمین اغلب نواحی نفت‌خیز زمین را از روی سطح زمین پیدا کرده و چاه‌ها را در نقاط مناسب که بدون شك بطبقات وذخایر نفت‌خیز میرسند حفاری و کاوش کنند .

ترکیب نفت خام ـ نفت خام از هیدرو کاربور های مختلفی ترکیب یافته بقسمی که ۸۲ ـ ۸٦ در صد آن کربن و بقیه کم و بیش هیدروژن ومقادیر بسیار کمی گوگرد ـ اکسیژن ـ ازوت و عناصر دیگر بشکل ناخالصی میباشند

هیدرو کاربورهائیکه قسمت معظم نفت را بوجود آورده اند بر دسته جات و فامیلهای مختلفی تقسیم شده و هر یك از آنها از یك فرمول شیمیائی کلی پیروی میکنند و میتوان تعداد اتمهای هیدروژن هر ملکول را معلوم نمود .

دسته جات مختلف هیدرو کاربورها عبارتند از :

۱ ـ ترکیبات الیفاتیك Aliphatic

۲ ـ ترکیبات اروماتیك Aromatic

۳ ـ ترکیبات هیدرواروماتیك Hydro - Aromatic

اینك ۱ ـ ترکیبات الیفاتیك نیز بدو دسته تقسیم شده که فورمول کلی شیمیائی آنها عبارتند از .

C_nH_{2n} Olefines والیفین ها			C_nH_{2+n2} Paraphines پارافین‌ها		
			$C\,H_4$	Methane	متان
C_2H_4	Ethylene	اتلین	C_2H_6	Ethane	اتان
C_3H_6	Propylene	پروپیلین	C_3H_8	Propane	پروپان
C_4H_8	Butylene	بیوتیلین	C_4H_{10}	Butane	بوتان
			C_2H_{12} الی آخر	pentane	پنتان

ترکیبات بالاکه تمام درنفت خام موجودانداز ترکیبات زنجیری بوده و پارافین ها را ترکیبات اشباع شده والیفین ها را هیدرو کاربور های اشباع نشده نیز مینامند، زیرا ممکن است الیفین ها را بوسیله اضافه نمودن اتم هیدروژن اشباع کرد و مبدل به پارافین نمود.

۲ ـ دسته اروماتیك برعکس بالا بشکل حلقوی درآمده ومهمترین انواع آنها شامل بنزین Benzine C_6H_6 ؛ تولوئین Toloene $(C_6H_5CH_3)$ نفتالین Naphthalene $(C_{10}H_8)$ انتراسین Anthracene$(C_{14}H_{10})$ و غیره میشوند

۳ ـ دسته هیدرواروماتیك به نفتین Naphtene نیز معروف ومهمترین انواع آنها شامل هکسامتیلین Hexametylene(C_6H_{12}) و هکساهیدروتولوئین Hexahydrotoloene (C_7H_{14}) میگردند.

بطور کلی تمام ترکیبات نامبرده درخواص فیزیکی وشیمیائی ازیکدیگر متفاوت اندولی خواص متمایز آنها ازاینقراراست : ترکیبات الیفاتیك از همه سبکتر و وزن مخصوص کم دارند درصورتیکه اروماتیك‌ها ازهمه سنگین تراندو ترکیبات هیدروار وماتیك حد وسط را اشغال‌میکنند.

بطور متوسط نفت خام از ٥ر٨٤٪ کربن ٥ر١٢٪ هیدروژن ٢.٪ اکسیژن ٤/٠ـ١.٪ گوگردو گاهی اوقات تا ٢.٪ ترکیب شده است؛وزن مخصوص آن بین ۰/۷۷ و ۱ میباشد و هرقدررنگ آن روشن ترباشد وزن آن سبك ترخواهد بود.

نفت از نقطه نظر سوخت ـ چون نفت طبیعی بقسمیکه ازدرون قشرزمین خارج میگردد دارای ترکیبات مختلف میباشد، بهمان حال طبیعی چندان قابل استفاده نبوده وباید ترکیبات مختلف آنرابوسیله تبخیرو تقطیر ازیکدیگر جدا کرده و بعداً تصفیه نمود

درعملیات اولی دسته جات مختلف هیدرو کاربورها برحسب درجات قلیان و تبدیل به مایع شدن ازیکدیگر جدا میشوند درصورتیکه درعمل دوم ناخالصیهای موجوده در آنها ازقبیل گوگرد ـ اکسیژن ـ ازوت وعناصر دیگر اگر موجود باشند گرفته میشوند ومحصول خالص بدست میآید . تقطیر نفت درستونهای بزرگی موسوم به بنچ[1] بعمل میآید . اگر نفت خام را دراین نوع ستونهای تقطیر بتدریج گرما دهند ترکیبات نامبرده دربالا یعنی سبك ـ متوسط وسنگین وزن دردرجات مختلف حرارت بترتیب تبخیر

۱ ـ Bench

و جدا شده و بنحوی تقطیر میگردند .

معمولا درجه گرما را بعد از ۳۰۰ درجه سانتی گراد متوقف میسازند و دراین مقدارحرارت یعنی ازصفر الی ۳۰۰ درجه دو نوع محصول بدست میآید: اول محصولات فرار و سبك وزن که قبل از رسیدن حرارت به ۱۵۰ درجه سانتی گراد تبخیر شده و تقطیر میشوند. دوم محصولات متوسط وزن که بین حرارت ۱۵۰ـ۳۰۰ درجه تقطیر میگردند حال آنچه که درستونهای تقطیر باقی میماند مانند مازوت و روغنهای سبك وزن در دستگاه دیگری برای استخراج روغن ـ پارافین وروغن های چرب کننده چرخ دنده های ماشینها یعنی روغن لوبریکاسیون و گاهی اوقات گازاویل Gas-oil فرستاده میشوند. ممکن است باقیمانده را بدون استخراج و گرفتن روغن های مختلف بشکل مازوت Fuel - oil برای سوخت کوره های صنعتی در بازار عرضه نمود .

درستونهای تقطیر تا ۷۰ درجه سانتی گراد حرارت اتر های سبك و نفت های سبك وزن مانند پنتان(C_3H_{12})وهکسان(C_2H_{12})بدست میآیند. از ۷۰ـ۱۵۰ درجه سانتی گراد جوهر نفت یا باصطلاح بنزین های مختلف تبخیر وسپس تقطیر میشوند مانند هپتان(C_7H_{16})او کتان(C_8H_{18})و نونان(C_4H_{20})از ۱۵۰ـ۲۰۰ درجه سانتی گراد نفت های معمولی موسوم به کروزین Kerosene یا پارافین paraphine که بمصرف سوخت چراغها و برای بخاریها وغیره میرسد تبخیر وتقطیر میشوند .

کروزین یا نفت چراغ معمولا از نونان C_9H_{20} ودکان($C_{10}H_{22}$)ترکیب شده است .از ۲۰۰ ـ ۳۰۰ روغن های سبك وزن واز ۳۰۰ درجه به بالا روغن های سنگین وزن مانند مازوت و گازایل بدست میآیند .

چون ارزش ومصرف هیدروکاربورهای سبك وزن وفرار یعنی آنهائیکه دردرجات کم گرما ودرآغاز عمل تقطیر بدست میآیند بیشتراست لذا برای اینکه مقدار درصد بیشتری ازهیدروکاربورها مبدل به اترها ونفت های سبك وزن بشوند طریقه کراکینك Cracking اختراع گردیده دراین طریقه نفت خام ویا مواد باقی مانده که بعد از ۳۰۰ درجه درستونهای تقطیر میمانند بدون مجاورت هوا درلوله های پولادی مخصوص سخت حرارت داده ودرنتیجه ملکولهای هیدروکاربورها که در آن مقدارحرارت ودر

تحت آن شرایط پایدار نخواهند بود ازهم شکسته و ازیکدیگر جدا گشته و مبدل به هیدروکاربورهای سبك وزن که دارای درجات قلیان پائین تری هستند میشوند.

موارد استعمال محصولات نفت ـ محصولات فرار وسبك وزن که پائین تر از ٦٠ـ ٧٠ درجه سانتی گراد تقطیر میشوند درکارهای شیمیائی و بمصرف صنایع مختلف که نیاز باین گونه هیدروکاربورها دارند میرسد.

محصولاتیکه بین ٦٠ و ١٥٠ درجه تبخیر وتقطیر میشوند بشکل سوخت در موتور و ماشینهائی که با دستگاه کار بوراتور Carburetter مجهز میباشند بکار میروند واحتراق آنها نیروی محرکه را ایجاد میکنند.

مشتقاتیکه بین ١٥٠ و ٣٠٠ درجه تبخیر وتقطیر میشوند مانند کروزین و پارافین ومقداری بمصرف روشنائی وسوخت درمنازل ومقداری دیگر بشکل سوخت درماشینهای مختلف بکار میروند.

نفتهای سنگین وزن مانند گازاویل (وزن مخصوص ٠/٨٠٥) برای ازدیاد درجه روشنائی درگازشهر و گاز زغال سنگ استعمال میشود و گاهی اوقات سوخت بعضی از ماشینها را تأمین میکنند. بالاخره نفت های سنگین تروته مانده ستونهای تقطیر بعنوان سوخت ماشینهای دیزل ودرماشینهای دیگر بشکل مازوت وروغنهای مستخرجه برای چرب کردن چرخ ودندهها بکارمیرود.

بطور کلی نفت ها مهمترین سوخت صنعتی بوده و مزایای بیشماری بر سایر سوختهای جامد وحتی گازی دارند ازجمله آنها:

١ ـ نفت را میتوان باختیار روشن وخاموش کرد وحرارت آنرا به دلخواه زیاد وکم نمود ویا اینکه بیك اندازه نگاهداشت.

٢ ـ نفت را میتوان بآسانی حمل کرد ونقل دادو کمتر دست کاری کرد.

٣ ـ نفت درحدود ٤٠ درصد دروزن و ٣٥٪ درحجم کمتر ازسایر سوختها احتیاج بفضا جهت آنباشتن را دارد.

٤ـ مقدار خاکستر آن بمراتب کمتر ازسایر سوختهااست وخالتی درتشکیل بار کوره نمیکنند

٥ـ باسرعت زیادی مشتعل گشته وبزودی به آخرین درجه حرارت حاصله میرسد.

۶ ـ برای احتراق کامل هوای کمتری لازم دارد و بازده گرمائی آن بیشتر است .

در مقابل مزایای بالا، نفت خطراتی نیز دربردارد . مثلا خطر انفجار و آتش گرفتن؛ تبخیر وتلف‌شدن وروبهمرفته یك بوی نامطبوعی دارد .

سوخت نفتی که در کارهای گداز فلزات و در کوره‌های صنعتی بکار میرود باید دارای مشخصات زیرین باشد .

الف) ـ مقدار آب آن بسیار کم و نباید از ۲٪ تجاوز کند .

ب) مواد جامد غیرقابل حل مانند «کربن آزاد» نداشته باشد .

ج) نقطه اشتغال(FLASHPOINT)آن نسبةً بالا و در حدود ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد باشد تا اینکه درنتیجه مانع جمع شدن بخارات قابل انفجار درمخزنیکه این نوع نفت انباشته‌شده‌است بشود .

د) غلظت آن دردرجات معمولی گرما زیادنباشد واگرنه پر کردن وخالی کردن مخازن وانبارهای مختلف بسیار بطی‌انجام میگیرد .

ه)ـ گوگردمحتوی در نفت کم باشد واز۳٪ تجاوز نکند و اگرنه ممکن است تولیدگازهای اسیدی خورنده وخطرناکی بنماید .

و) اسیدسولفوریك آزاد دربرنداشته باشد و تا ۰/۰۵٪ مجاز است .

ز) وزن‌مخصوص البته برحسب نوع‌نفت تغییر میکند ولی باید بین ۰/۸۵ـ۱/۱ در ۱۵ درجه حرارت باشد .

ح) ارزش گرمادهی آن باید بین ۱۶۰۰۰ و ۲۲۰۰۰ B.Th.U در هر پاوند باشد.

اگر اکسیژن و کربن آزاد زیاد مخلوط داشته باشد قدرت گرمادهی آن کم و اگر مقدار نفتین و هیدروکاربورهای اشباع نشده بیشتر باشند قدرت گرمادهی بهتر خواهد بود .

پترول ـ پترول یا آن سوختیکه درایران به بنزین مصطلح شده‌ودروسایط نقلیه موتوری اتومبیل‌ها ویك‌نوع ازآن درهواپیماها بکارمیرود ازمشتقات فرار وسبك‌وزن

نفت خام طبیعی بدست میآید .

بطوریکه ذکر شد هیدروکاربورهای سبک‌وزن وفرار در ابتداء عملیات تبخیر و تقطیر گرفته میشوند .

مهمترین عناصر ترکیب کننده «بنزین» عبارتند از :

بنتان	C_5H_{12}	بوزن مخصوص	۰/٦٤	درجه قلیان	۳۷ °C
هکسان	H_6C_{14}	« «	۰/٦۷	« «	٦۹ °C
هپتان	C_7H_{16}	« «	۰/٦۹	« «	۹۸ °C
اوکتان	C_8H_{18}	« «	۰/۷۱	« «	۱۲٥ °C
نونان	C_9H_{20}	« «	۰/۷۳	« «	۱٥۰ °C

و مقدار حداقل نفتین بفورمول کلی C_nH_{2n} میباشد . مشتقات خیلی سبك وزن که‌در درجات پائین‌تری‌نیز بقلیان درمیایند برای سوخت موتور هواپیماها « بنزین طیاره » بکار میرود.مقدار گوگرد آنها ناچیز و ارزش گرمادهی در حدود ۲۰۱۰۰ بی‌تی‌یو است .

بنزول ـ نوع خالص آن که در شیمی معروف به بنزین‌است بفرومول C_6H_6 بوده و اولین عضو دسته اروماتیك ها میباشد . بنزول و همردیف های دسته دیگر اروماتیك از قبیل تولوئین C_7H_8 وزایلین C_8H_{10} از مشتقات تقطیر قطر آن (گودرون) زغال‌سنگها حاصل میشوند درممالکی که‌صنایع تقطیر زغال و کك سازی بحد کمال رسیده و در این سوخت طبیعی بسیار غنی میباشند بنزول را مانند بترول بعنوان سوخت اتومبیلها و کامیونها و موتورهای احتراق داخلی دیگر زیاد بکار میبرند .

وزن مخصوص بنزول بین ۰/۸۷ ـ ۰/۸۸ باید باشد و نباید بهیچوجه آب داشته باشد ومحتوی گوگرد آن نباید از ٤/۰٪ تجاوز کند . ارزش گرمادهی بنزول از بترول کمتر ودرحدود ۱۷۸۰۰ بی‌تی‌یو و یا ۹٦۲۲ کالوری کیلوگرام‌است. بنزول‌در٦ درجه‌منجمد میشود و برای احتراق مقدار بیشتری از بترول هوا لازم دارد .

الکل ـ تنها سوخت مایع مهم‌که میتوان آنرا از محصولات نباتی که در خاك

زمین‌میروید مصنوعاً ساخت الکل میباشد. فورمول شیمیائی آن(C_2H_5OH)واهمیت آن بعنوان سوخت صنعتی وقتی محسوس میگردد که ذخایر نفت وزغال‌سنك در دنیا کم گردد. اگر سوخت دیگری نباشد الکل‌میتواند بخوبی جانشین پترول و بنزول در موتورها وماشینها گردد.

الکل را ازتخمیر وبعداً تقطیر سیب‌زمینی - برنج وکلیه مواد نباتی که محتوی نشاسته وقند میباشنددر کارخانجات‌الکل کشی بدست‌میآورند. ارزش گرمادهی آن کمتر از نفت‌های طبیعی‌است‌ودرحدود ۱۱۵۸۰ بی.تی.یو یا ۶۴۳۰ کالوری کیلو گرام میباشد ولی بازده گرمائی آن‌نسبةًزیاد است.

۳ - سوختهای گازی

ه - گاز طبیعی - در بسیاری از نقاط زمین بویژه در نواحی نفت‌خیز مقدار زیادی گازهای طبیعی برروی طبقات نفت موجود که در موقع کندن چاههای نفت با فشار زیادی خارج میشود. - مدت‌ها بود گاز طبیعی که امروزه سوخت ایدهٔ‌آل صنعتی بشمار میرود ازچاههای نفت بیرون میامد وتلف میشدولی‌پس‌ازاینکه‌بقدرت گرمادهی آن پی برده شد در اولین نقطه ای که مورد استفاد صنعتی قرار گرفت شهر پیتسبورك PITTSBURGH درایالات متحده امریکا بود.

از سال ۱۸۷۹ میلادی باینطرف قدم هـای بزرگی در موضوع نقل و انتقال گاز طبیعی بمقادیر زیاد بوسیله لوله یا وسایل دیگر از نواحی چاههای نفت بداخل شهرهای صنعتی و کارخانجات مخصوصاً در ایالات متحده امریکا برداشته شده است بقسمی که گاز طبیعی‌را از ایالت تکساس بشهر شیکاگو بمسافت ۱۶۰۰ کیلومتر بوسیله لوله میفرستند ومصرف سالیانه آن بمیلیاردها لیتر میرسد.

تقریباً نصف بیشتر کارخانجات گداز و استخراج‌فلزروی‌وچند کارخانه گداز آهن و پولاد و گداز مس کـه در حوالی ایالات نفت خیز امریکاواقعنداز‌این‌سوخت‌طبیعی استفاده میکنند.

ترکیب گاز طبیعی- گاز طبیعی ترکیبیست از ۶۰٪ متانCH_4 - ۳۰٪ هیدروژن H_2 و ۱۰٪ دیگر ازمقداری اکسیژن O_2 وازوت‌تشکیل یافته وارزش گرمادهی‌بسیار

عالی ودرحدود ۲۲۰۹۰ B . Th. U یا ٥٦٦٧ کالوری کیلو گرام است

علاوه برمصرف سوخت در کارخانجات درحدود ۱۳٪ کلیه محصول گاز طبیعی برای ساختن دوده زغال و ۲۰٪ آن برای سوخت منازل و مصارف اهلی وخانواده‌ای میرسد.

چاههای نفت ایران گاز طبیعی زیاد دارد و در مسجد سلیمان بمصرف سوخت منازل کارمندان شرکت و نیز برای بدست آوردن گوگرد محتوی مورد استفاده قرار میگیرد وبغیر ازاین دوتا بحال استفاده دیگری از آن نشده است

و ـ گازهای مصنوعی و تهیه شده ـ گازهائیکه بوسائل متعددی در صنعت ساخته وتهیه میشوند وهریك بمصرف مخصوصی ازقبیل سوخت کارخانجات ـ روشنائی وگرم کردن عمارات و ساختمانها میرسد زیاد و مهمترین آنها عبارت است از : ۱ـ گاز زغال‌سنك ۲ـ گاز مولد ۳ـ گاز آب ٤ـ گاز اویل

۱ ـ گاز تقطیر زغال‌سنگ ـ گازیست که ازتقطیر زغال سنگ درقعرهای سر بسته بمظور تهیه گاز دردرجه اول و کك دردرجه دوم بدست میآید وبمصرف روشنائی و سوخت منازل میرسد . نظر باینکه هزینه تهیه گاززغال سنگ نسبة زیاداست بدینجهت استعمال آن در کوره‌های گدازفلزات وعملیات دیگر ازنقطه نظر اقتصادی مقرون بصرفه نمیباشد واستثناء گاهی ازاوقات دربعضی کارخانه‌جات بلوروشیشه سازی و درقسمتهای عملیات حرارتی (آب دادن) پولادهای مخصوص بکارمیرود .

مقدار گازیکه ازتقطیر زغال‌سنگ بوجودمیآیدالبته برحسب جنس وخواص زغال سنگ تغییرمیکند ولی بطورمیانه ازهریك تن زغال سنگ بین ۱۰۰۰۰ ـ ۱٤۰۰۰ فوت مکعب و یا ۲۸۳۰۰۰ ـ ٤۰۰۰۰۰ لیتر گاز بدست میآید. واگر این گاز بمصرف روشنائی برسد باید از هیدروژن سولفورو H^2S وترکیبات گوگردی دیگر کاملا تصفیه شود تااینکه با شعله درخشانی بسوزد .

ترکیب متوسط گاز زغال سنگ ازاینقرار است CO_2 ۸ر۰ ـ ٥ر۲٪ ـ اکسیژن ۷ر۰ ـ ۱٪ ـ CO ۷ ـ ۸٪ هیدروکاربورهای اشباع نشده ۳ ـ ٥ر٤٪ متان CH_4 ۲٥ ـ ۳٥٪ ـ ئیدروژن ٤٥ ـ ٤٦٪ ازوت ۷ ـ ۱٤٪ ارزش گرمادهی ٥٤۰ B.Th.U. یا ۱۲٦ کالوری کیلو گرام است :

۲ ـ گازمولد ـ که بانگلیسی به پرودیوسر گاز Producer Gas و بفرانسه بگاز وژن Gasogene معروف است بطریق ذیل ساخته میشود . هرگاه در درون اجاق یایک بخاری سربسته‌ای که محتوی زغال سنگ یاکک گداخته میباشد بادزیادی از پائین ببالا دمیده شود گازقابل احتراقی تولید میگردد که ۸ر۳٤ / آن درحجم اکسید دوکربن CO میباشد . گرچه این گازقابلیت اشتعال دارد ولی ارزش گرمادهی وقدرت حرارتی آن کم است ودراینصورت نمیتواند بشکل سوخت مفیدی بکاررود .

برای اینکه ارزش گرمادهی آن زیاد شود، درعوض بادخالی بادرا بامقداری بخار آب بوسیله آلت تزریق کننده بافشار بدرون زغال گداخته میدمند ودر نتیجه تجزیه شدن آب وآزاد شدن هیدروژن طبق فورمول زیر ارزش گرمادهی گاززیاد میشود .

$$C+2H_2O=CO_2+2H$$

. اقسام مولدها - مولدها را برحسب اینکه باجریان گاز طبیعی ویا اینکه باجریان درتحت فشار ویا دستگاه انژکتور آب و بخار کار میکنند بـاقسام مختلف دسته بندی کرده و در هر مملکتی یک یا چند نوع ازآنهامتداول ومعمول گشته است .

مولد زیمنس - اگرچه بیشوف Bischoff درسال ۱۸۳۹اولین مولد راساخت ومیخواست اززغال نارس گاز مـولد را بوجود آورد ولـی اولین مولدیکه از مرحله آزمایش بمرحله عمل درآمدو پس ازمدت کوتاهی موفقیت اقتصادی وصنعتی پیدا کرد مولد زیمس بود که درصنعت پولاد سازی بویژه درطریقه‌ای که تا مدتی معروف بطریقه زیمنس بود مورد استعمال پیدا کرد،واکنون هم با اندك تغییری درساختمان قبلی آن در بسیاری ازکارخانجات پولاد سازی متداول ومعمول است .

مولد زیمنس عبارت بود ازیک اطاق مکعب مستطیل شکل که یکی از دیوارهای جنبی آن متمایل ودرزاویه ۵۰ـ۶۰ درجه قرار گرفته و بسطحی که در آن میله‌های آهنی اجاق کوره میبود است منتهی میگشت . زغال سنگ یاکک رابشکل کلوخه ازدریچه فوقانی بداخل ریخته وروی میله‌های اجاق جای میگرفت و بعداً آنرا روشن میکردند. بادوهوا راازلابلای

میله های اجاق داخل مولد گشته واز توده زغال گداخته بطرف بالا رفته و درمسیرش اکسیژن هوا باکربن سرخ شده درحرارت ۶۰۰ درجه سانتی گراد تولید انیدرید ـ کربنیک CO_2 مینماید .

انیدرید کربنیک حاصله درمجاورت کربن آزاد درآمده و چون مقدار هوا کم میگردد مبدل به اکسید دوکربن CO طبق فورمول $CO_2+C=2CO$ میشود . اکسید دوکربن حاصله با ازوت و مقداری CO_2 و هیدروکاربور های دیگر مخلوط شده ونتیجه گازی بوجود میآید که قابلیت اشتعال واحتراق داشته‌ولی قدرت گرمائی آن نسبة کم وپائین است .

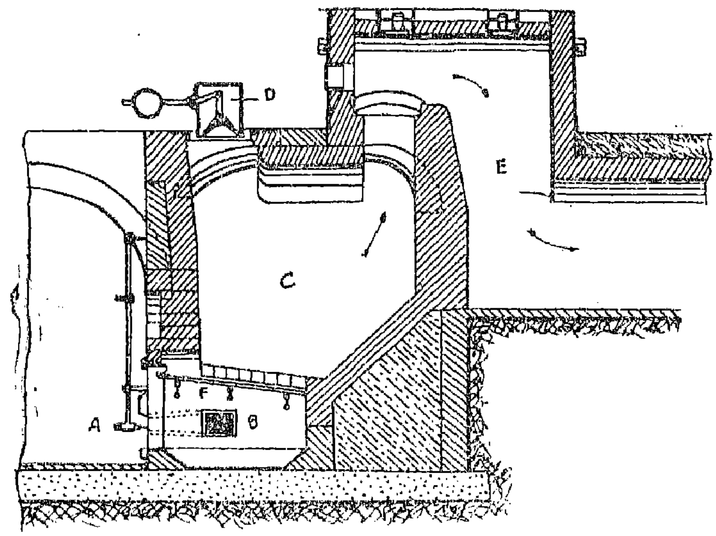
ترکیب متوسط این گازمولد ازاینقراراست .

۲۲ CO ـ ٪۲۴ ـ ۸H_2ـ۲٫۸٪ ـ CH_4 ۳٫۲٪ ـ CO_2 ٪4 ـ ازوت ۶۱ ـ ٪۶۲

این گازدرگرمای ۵۰۰ ـ ۶۰۰ درجه سانتی گراد از مولد خارج شده وبعلت سنگینی وزن بالا رفته ودرنتیجه تولید جریان طبیعی میکند .

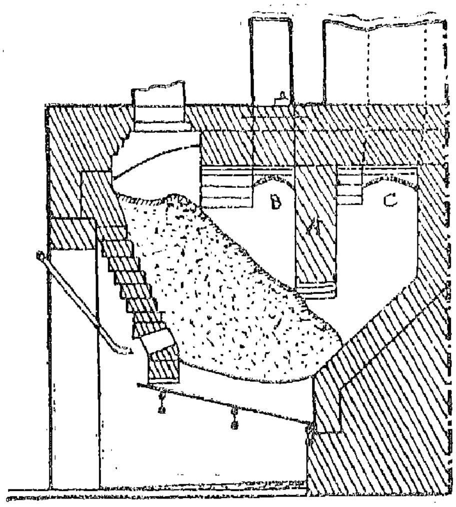
مولد دوم زیمنس ـ نظر باینکه‌ارزش گرمادهی گازیکه بطریق بالا بدست‌میآید نسبة کم بود وبدون اینکه تقویت نشود چندان مورد استفاده واقع نمیشد لذا زیمنس درصدد برآمد که بجای هوا بخارآب درتحت فشار بدرون کک گداخته تزریق نماید ودرنتیجه تجزیه بخار به اکسیژن وهیدروژن‌و آزاد شدن عنصراخیر ارزش گرمادهی گازحاصله زیادمیگشت . ازطرف دیگر گرمای زیادتر باعث میشد که‌موادقیری‌وقطران که موقع تقطیر زغال سنگ تولید میشد ودرلوله‌ها ومجاری گاز متر سبب میگشت وپس ازمدتی‌فضای درونی آنهـا را میگرفت درخود مولـد سوخته شود و تبـدیل به هیدروکاربورهای مختلف گردد . اززمان زیمنس باینطرف‌مولد های‌متنوع وزیادی‌که هریك بمنظور صرفه‌جوئی درگرما،سرعت عمل وطرزتزریق بخارآب‌وبرطرف‌نمودن قطران و اخراج خاکستر و غیره مزایا و خصوصیاتی دربردارنـد بوسیله مخترعین و مبتکرین ساخته شده و در دسترس‌صنعت‌قرار گرفته‌اند و اگرچه درشکـل‌ساختمانی درونی و بیرونی و طرز عمـل متفاوت‌اند ولی تمام برروی اصول مـولد اصلی زیمنس استوار گشته اند . مهمترین انواع مولدها عبارتند از مولد Thwaite Simplex

مولد داوسن Dowson ؛ مولد ویلسن Wilson؛ مولد اینگهام Incnam ؛ مولد تایلور Taylor ؛ مولد مورگان Morgan؛ مولد چاپ من Chapman وغیره که در کارخانجات گداز فلزات ممالك راقیه معمول ومتداول میباشند. دراینجا بطور اختصار چند مولد را شرح میدهیم .



شکل ۱۳ـ دستگاه گاز مولد زیمنس با تزریق آب

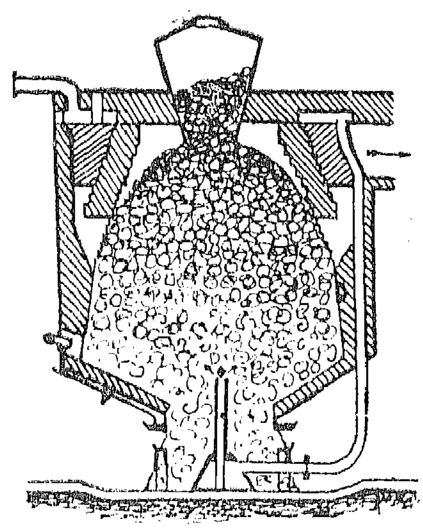
مولد ثووایت سیمپلکس (Thwaite Simplex) این مولد از یك استوانه



شکل ۱۴ـ دستگاه گاز مولد زیمنس با دیوار حائل برای از بین بردن قطران وغیره

آهنی بقطر ۲/۵ـ۳ متر و به بلندی ۵ ـ ٦ متر ساخته شده که درون آن از یك لایه آجرنسوز از بالا به پائین پوشش گشته . نزدیك به قاعده میله‌های آهنی که اجاق را تشکیل میدهندروی خاکستردان که شباهت بیك مخزن کوچك آب دارد و در آن آب نیز موجود است قرار گرفته‌اند. دروسط سراستوانه درب قیفی بارگیری و قدری پائین‌تر لوله مجرای گاز تولید شده به‌بدنه استوانه متصل است و بوسیله یك جدار حائلی از مواد اولیه محافظت میگردد . (شکل ۱۳)انژ کتور بخار آب بالا فاصله زیر میله های اجاق گرفته و همچنین هوای لازم‌با جریان طبیعی از همین قسمت داخل توده زغال سنك و یا کاك گداخته‌میگردد .

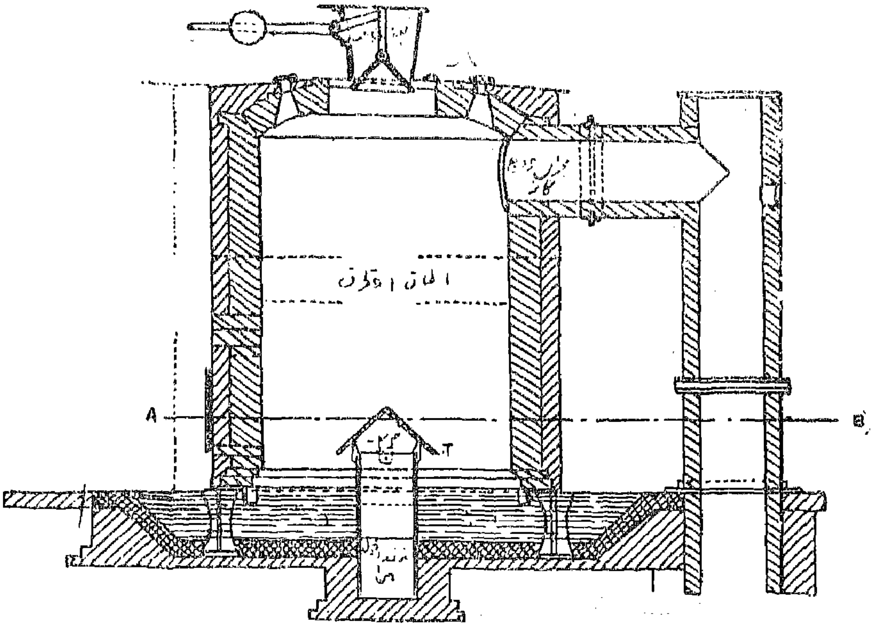
مولد داوسن Dowson — — مولد داوسن‌هم شباهت‌زیادی‌ازحیث‌ساختمان داخلی و خارجی بمولد نامبرده دربالا دارد جزاینکه قسمت اجاق وطرز تزریق بخار آب‌وهوا بدرون مولد قدری‌فرق‌دارد. بخارلازم بوسیله گرمای زیادی خود مولد تولید میشود .(شکل۱٦)



شکل ۱۵ــ دستگاه استوانهٔ زیمنس برای تولید گاز مولد

مولد ویلسن Wilson ـ مولد ویلسن از یك برج آهنی استوانه‌شکلی ساخته

شده که جدار درونی آن از مواد نسوزاسیدی پوشش یافته . قسمت فوقانی این مولد بشکل مخروط ناقص در آمده ولوله خروج گازمولدرا طوری دراین قسمت قرارداده اند که قطر آن ومحصولات سنگین تقطیر زغال سنك در خود مولد سوخته شود و تبدیل به گازهای مختلف گرددو بعداً بشکل گازخارج شود



شکل ١٦ — دستگاه تولید گازمولداز نوع داوسن

مولد تایلور Taylor ـ مولدتایلور از جدید ترین مولد های امریکائی بشمار میرود که نتایج رضایت بخشی داده وخیلی متداول شده است

مولدازیك برج آهنی استوانه تشکیل یافته ودرون آن مانند تمام مولد هااز یك لایه نسوز پوشش شده ولی قسمت تحتانی آن بشکل یك مخروط واژ گونی ساخته شده که ازمرکز آن یك لوله آهنی مخلوطی از بخار آب و هوا را بدرون زغال گداخته میآورد . مواد اولیه ازدرب قیفی شکلی ازقسمت فوقانی استوانه بداخل آورده میشود ومجرای خروج گاز مثل سایر مولدهاست . قاعدهٔ مولد تایلور از یك صفحه آهنی متحرك ساخته شده است که موقعیکه مولد کارمیکنددر گردش است . چرخش قاعده متحرك باعث میشود که خاکستر بتدریج خارج ریخته شود و برطرف گردد .

۳ ـ گاز کوره بلند گداز آهن ـ سابقاً گازیکه از دهانه کوره‌های گداز آهن متصاعد میگشت درفضای اطراف کوره پراکنده شده‌وبکلی تلف میگشت واز گرمای آن استفاده نمیشدولی وقتی که‌رفته‌رفته بارزش گرمادهی این گازازطرفی وحجم‌ومقدار آن ازطرف‌دیگرپی برده شد،بتدریج آنرا بمصرف گرم کردن هوای دم خود کوره وتولید بخار در دیگهای بخار وگرم کردن سایر قسمتهای کارخانه گداز آهن و پولاد سازی رساندند .

ترکیب گاز کوره بلند شباهت زیادی به ترکیب گازی است که در مولد هائیکه ذکر آنها رفت دارد وبدین لحاظ کوره بلند را میتوان یك مولد بسیار بزرگی دانست

اکسیژن هوائیکه بوسیله دم بدرون کوره بلند میرود فوراً باکربن کك گداخته درفعل وانفعال برآمده اکسید دوکربن CO بوجود میآید . اکسید دوکربن حاصله درجریان بالا میرود وپس ازتماس با اکسید آهن معدنی آنرا احیاء نموده وخود مبدل به انیدرید کربنیك CO_2 میگردد $Fe_2O^3+3CO=2Fe+3CO_2$

ازطرفی دیگر سنگ آهك که یکی ازمواد خام‌بار کوره‌میباشددر نتیجه گرمای زیاد تجزیه‌شده تولید اکسید کلسیم وانیدرید کربنیك $CaCO_3=CaO+CO_2$ مینماید

البته‌چون آهك دردرجات‌عالی گرماتجزیه‌وتفکیك میگرددCO_2تولید‌شده‌باز با کربن آزاددرتماس نزدیك‌درآمده‌وآنراتبدیل بهاکسیددوکربن $CO_2+C=2CO$ میکند این‌فعل‌وانفعالات‌درقسمتهای‌مختلف کوره‌همچنان‌ادامه‌دارد ولی‌ازوت‌چون‌عنصر بی‌اثری‌است بحال‌خودباقی‌میماندوباگاز کوره‌مخلوط‌شده‌وازارزش گرمادهی آن‌میکاهد.

ترکیب گاز کوره بلند از اینقرار است : CO_2 ۱۱ر۰٪ ـ CO ۲۸ر۰٪ ـ H_2 ۳ر۰٪
ازوت = ۵۷٪ ـ هیدروکاربورهای مختلف = ۵ر۰٪ .

درتأسیسات گداز آهن‌از گازهای‌متصاعد کوره‌های‌بلند‌بوجه‌احسن استفاده‌میشود وبالنتیجه‌نه‌فقط‌درمصرف سوخت صرفه جوئی میشود بلکه ممکن است گاز زیاد یرابا گاز کوره‌های کك‌سازی‌ویاگاز مؤسسات‌تولید گازمخلوط کرده‌وبه کارخانجات‌دیگری که احتیاج‌به‌چنین‌سوخت گازی‌دارندفروخت‌وبدینوسیله‌ازهزینه‌عمومی‌کارخانه گداز آهن مقدارمعتنی‌بهی کاست.

٤ ـ گاز آب [1] ـ اگر بخار آب را ازروی توده زغال سنگ یا کك گداخته عبور دهند بطوریکه گفته شد گازیکه مخلوطی ازاکسید دو کربن وهیدروژن است ترکیب میشود واین گازرا گاز آب نامیده‌اند . چون فعل وانفعالاتیکه بین زغال سنگ گداخته وبخار آب صورت میگیرد گرماگیر (اندوترمیك Endothermic) است بنابراین درمدت کمی از گرمای درونی مولد کاسته شده ورفته‌رفته سرد میشود وشاید از کار بیافتد بمنظورجلوگیری ازسرد شدن مولد ومتوقف شدن باید آنرا یا بطورتناوب براه انداخت وعمل کرد ویا اینکه ازمنابع خارجی بمولد گرمای کافی رسانید ·

ساختمان درونی وبیرونی مولد گاز آب عیناً مانند مولد های گاز مولد است که شرح چند نوع از آنها قبلا داده شد . ـ بطورکلی مولد گاز آب ازیك استوانه پولادی که درون آن ازیك لایه آجرهای نسوز پوشش گشته ساخته شده است . مواد خام که عبارتند از کك یاذغال سنگ ازدریچه قیفی که درقسمت فوقانی آن قرار گرفته بداخل آن ریخته شده ودرآغازعمل مقدار کافی هوا از منفذی که نزدیك قاعده و درقسمت تحتانی تعبیه شده است بدرون آن میدمند. شکل (١٨)

دراثر دمیدن هوا ازدرون توده ذغال سنگ افروخته گازمولد تولید میشود که بالارفته ودرقسمت فوقانی مولد درمجرای مخصوصی جمع شده ومیسوزد . بعدازآنکه ذغال سنگ یاکک کاملا گداخته شد سوپاپ مجرای هوا را محکم بسته و ازمجرای فوقانی مقدارزیادی بخار آب بافشار بداخل زغال گداخته تزریق میکنند بطوریکه ازبالا بطرف پائین برود وازدرون توده افروخته برعکس هوا سیر کند . درنتیجه این عمل گاز آب ترکیب شده وازیك مجرای دیگر که درقسمت تحتانی قرارگرفته خارج میشود و در مخازن مخصوصی انباشته میگردد . پرواضح است که دمیدن بخار آب ازدرون ذغال سنگ گداخته سبب سرد شدن وخاموش شدن آن میگردد وبرای اینکه مولد از کار نیافتد باید بلافاصله عمل را معکوس نمود یعنی مجدداً سوپاپ هوارا باز نمود و سوپاپ بخار آب را مسدود ساخت تا اینکه باز هوا توده را مشتعل سازد و احتراق ادامه یابد.بدین لحاظ مولد های گاز آب همیشه بطورمتناوب کارمیکنند یعنی هر ١٠

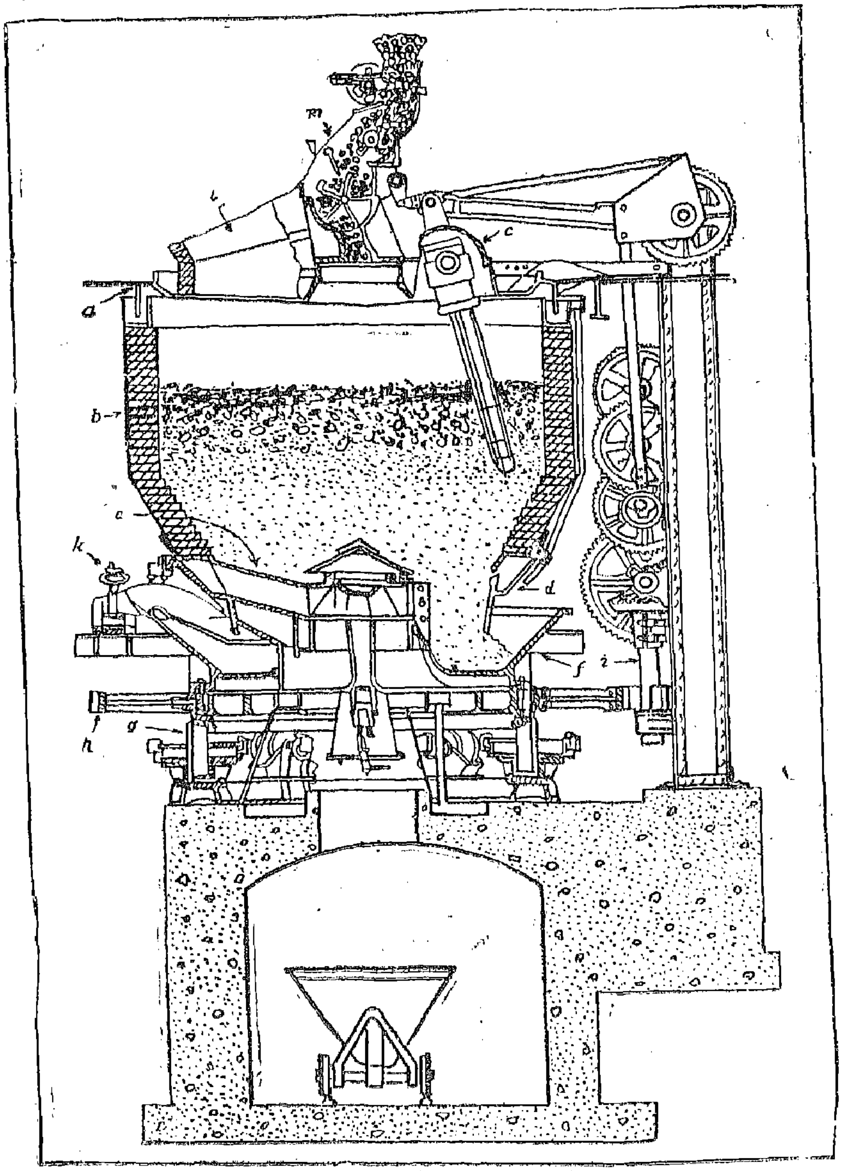
---

١ ـ water–gas

دقیقه باید گرم شوند و ۴۰ دقیقه تولید گاز آب نمایند .

تولید گاز آب به روش دلویك فلایشر Dellwik - Fleischer

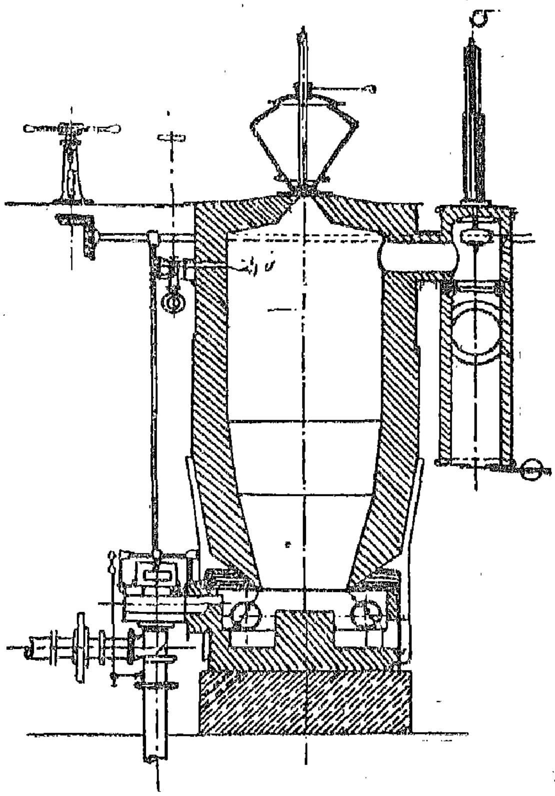
دراغلب مولد های گاز آب که طبق اصولیکه ذکر شد ساخته شده بودند در



مولد گاز نوع ولمان (WELLMAN)

شکل ۱۷ — مولد گاز از نوع ولمان که درامریکا بسیار معمول و متداول میباشد

موقع دمیدن باد و هوا جهت افروختن و اشتعال ذغال سنگ بیشتر گاز اکسید دو کربن بوجود میآمد و چون گرمای ترکیبی اکسید دو کربن تقریباً $\frac{۱}{۳}$ گرمای ترکیبی ایندرید کربنیك است یعنی بی تی یو ۵۲۷۰۰ + $C+O = CO$ و بی تی یو ۱۷۵۱۰۰ + $C+O_2 = CO_2$ لذا گرمای حاصله برای گرم کردن مولد کافی نبوده و مدتی طول میکشد تا اینکه مولد



شکل ۱۸ — دستگاه تولید گاز آب

بمقدار کافی گرم شود و حرارت درخود ذخیره نماید. درروش دلویاك فلایشر در عوض تولید اکسید دو کربن تماماً انیدرید کربنیك بوجود میآید و گرمای بیشتر آن در نتیجه از مدت گرم شدن مولد بمقدار محسوسی میکاهد و ازطرفی دیگر هم میتوان در عوض کاك ذغال سنگ درجه یك و درجه دو بکار برد

مولد دلویاك فلایشر بقطر ٤ متر و به بلندی ٥ متر و بشکل مولدیکه ذکر آن رفت شکل (۱۸) میباشد جز اینکه لایه یا بستر ذغال سنگ که بلافاصله روی میلههای اجاق گرفته است نباید

از ۰/۸۵ متر کلفتر وضخیم تـر باشدو مقدارهوائیکه بدرون آن دمیده‌میشود باید بمراتب زیادتر باشد تااینکه اکسیژن کافی جهت ترکیب CO_2 تأمین گردد.

در آغازعمل مقداری کك باذغال‌سنگ مخلوط کرده‌وروی اجاق مولدقرارداده‌وپس ازروشن کردن آن مجرای بادرا کاملا بازمیکنندودوعوض سوپاپ بخارآب را می‌بندند. وقتی که ذغال تماماً افروخته‌شدمجرای باد را بسته و مجرای بخار آب را باز نموده و مقداری بخار از بالا بـه پائین ازدرون ذغال گداخته عبورمیدهند تااینکه گاز آب از مجرای مخصوص خود خارج شده و در مخازن انبار گردد. بمجرد اینکه دیده شد مقداری بخار آب سالم و تجزیه نشده باگاز آب خارح میشود عکس عمل تکرار میگردد‌ومجدداً مولدراگرم میکنند

دراین‌طریقه‌مدت گرم کردن‌مولددرعوض ۱۰ دقیقه‌به ۲ـ۳ دقیقه کوتاه گردیده‌ودر عوض‌مدت‌تولید گاز آب از ٤ دقیقه‌به ۸ـ۱۰ دقیقه‌شده‌است. ترکیب گاز آب‌ازاینقراراست

CO_2 ٤٪ درحجم ـ اکسیژن ۰/۱٪ ـ اکسید دوکربن CO ۳۸٪ ـ هیدروژن H_2 ۵۰٪ ـ N ازوت ۷٪

ارزش گرمادهی این گاز دو برابر ارزش گرمادهی گاز مولـد تقویت شده است نظربکمی مقدارانیدریدکربنیك وازوت، گازآب راوقتی استعمال میکنند که گدازماده یا جسمی نیازبگرمای زیادتری داشته باشد واغلب گازآب را با استیلین مخلوط کرده ودرآن پارافین‌های‌سنگین‌راسوزانیده‌ودر نتیجه‌مخلوط‌رابرای گازروشنائی‌شهرهابکار میبرند. ازطرفی دیگرچون مقداردرصداکسید دوکربن CO گاز آب زیاد است‌لذا گازی بسیار خطرناك ومهلك میباشد وبرای جلوگیری از خطراستنشاق، گـازآب‌را با مقداری سولفور دوکربن CS_2 مخلوط کرده که عمداً بوی‌زننده و نامطبوعی داشته‌باشد تنها اشکال ساختن گاز آب،در گرم کردن مولد است که دائماً ولزوماً باید بطور تناوب کار کند و از اینجهة نمیتوان از مولـد بدون داشتن انبـار و مخـازن گاز مستقیماً استفاده کرد.

۵ ـ اویل گاز(۱) ـ گازیکه‌از تقطیر نفت‌هـای سنگین که از طـریقه کراکینگ Cracking درگرمای زیاد بدست میآید به اویـل گاز Oil ـ gas معروف است.

۱ـ Oil gas

بخار آبیرا که فوق‌العاده گرم شده و گرمای آن به ۵۵۰ درجه سانتی گراد میرسد از درون آلت تزریق کننده یا انژکتوری که محتوی نفت‌خام یا باقیمانده تقطیرهای قبلی میباشد بافشار وارد کرده تا اینکه با بخار آب مخلوط شود. بعداً بتدریج آنرا مجدداً گرما داده تا اینکه گرمان آن به ۷۲۰ درجه سانتی گراد برسد . دراین موقع بازمقداری نفت‌سنگین بمخلوط اضافه کرده وباز گرمای آنرا به ۱۳۲۰ درجه میرسانند . در این گرما مخلوط به حالت گاز ثابت و پایداری در آمده و چون طبیعة مقدارزیاد بخار آب نیز دربر دارد از اینجهت گاهی اوقات آنرا آب-اویل گاز نیز میگویند. کلیة ازیك تن نفت‌سنگین بین ۶۲۰۰۰۰ و ۷۰۰۰۰۰ لیتر گاز بدست میآید وترکیب آن عبارت است از ۲۵٪ درحجم هیدروژن ۴۵٪ متان CH_4 و ۳۰٪ هیدروکاربورهای سنگین .

اویل گاز بیشتر بمصرف روشنائی میرسد و اخیرا مقداری ازآنرا برای عملیات متاللورژی در کوره‌ها بکار برده‌اند .

محسنات وخطرات سوختهای گازیـ سوختهای گازی مزایائی دارند که سوختهای دیگر نداشته ومهمترین آنها عبارتنداز:

۱ـ چون مقدار گاز وهوارا میتوان بآسانی تحت اختیار گرفت بنابر این باتنظیم این دوعامل ممکن است هر درجه ومقدار گرمائی که لازم باشد برای مدت معینی ثابت ویك نواخت نگاهداشت وازطرفی دیگر نوع شعله را به دلخواه چه اکسید آن وچه احیاء کننده وچه خنثی تغییرداد .

۲ ـ با سوخت گازی احتراق کامل را میتوان بسهولت بوجود آورد مشروط براینکه مقدار هوای لازم قدری بیش ازمقدار نظری وآنچه ازمحاسبه بدست آمده است باشد والبته اینگونه احتراق بهیچوجه دودی نخواهد داشت .

۳ ـ گرمای زیادتری ودرجه عالی تری میتوان از سوختهای گازی تولید کرد که ازسوختهای مایع وجامد امکان نخواهدداشت زیرا ممکن است قبل ازاینکه گازوهوا را مشتعل سازند هردورا تا ۵۰۰ ـ ۶۰۰ درجه سانتی گراد گرم نمایند .

٤ ـ چون درسوختهای گازی تغییر ونوسان درجات گرما بمراتب کمتراست لذا عمرو بقای کوره بیشتر خواهد بود .

۵ ـ برای تولید گاز ممکن است ازسوختهای جامد ومایع ارزان ودرجه دوم و سوم بوجه احسن استفاده کرد .

۶ ـ حمل ونقل گاز بوسیله لوله‌های چدنی وپولادی بسیار آسان و سهل تر از نقل وانتقال سوختهای دیگر است .

۷ ـ گازرا میتوان درموتور وماشینهای احتراق داخلی مستقیماً بکاربردونیروی گرمائی را مبدل به نیروی میکانیکی یا نیروی دیگر نمود .

مضرات ومعایب سوختهای گازی .

۱ ـ خطرات آتش سوزی وانفجاردرسوختهای گازبمراتب زیادترازسایرسوختها استولی‌سایل آتش‌سوزی‌وحفاظتی که‌امروزه‌درمؤسسات صنعتی‌موجوداست ازاهمیت این گونه خطرات کاسته است .

۲ ـ هزینه ساختمان تأسیسات تولیدگاز وهزینه عمومی سوختهای گازی زیاد تر ازسایر سوختها است .

۳ ـ چون شعله اغلب گازها درخشنده بوده ونورزیادی دارد لذا گرمای پرتوئی (تشعشعی) آنها ازسایرسوختها کمتر میباشد .

جدول دهم - ترکیبات گازهای مهم را از نقطه نظر مقایسه نشان میدهد

عناصر ترکیب کننده گاز ها		گاز طبیعی	گاز زغال سنگ	گاز مولد ساده	گاز مولد تقویت شده با بخار	گاز کوره بلند	گاز اب	گاز اویل
ازوت	N_2	٪۳ —	٪۱۴	٪۶۷/۱۱	٪۵۶/۱۱	٪۵۷/۰۶	٪۳/۷	٪۵/۰۶
هیدروژن	H_2	٪۲۲ —	٪۴۳	—	٪۱۱/۵۵	٪۲/۷۴	٤۸/٦	٪۳۱/۶۱
اسید کاربونیک	CO_2	٪۰/۶	٪۳	٪۳/۹	٪٤/۰	٪۱۱/٤۰	٪۳/۲	۰۰
اسیدو کربن	CO	٪۱/٤۰	٪۹	٪۳۷/۳	٪۲۶/۹	٪۲۸/۶۱	٪٤٤/	٪۰/٤۰
متان	CH_4	٪۷۳	٪۲۷	٪۱/٤۵	٪۱/٤۵	٪۰/۲۰	٪۰/٤	٪۶۳/۱۹
هیدرو کاربورهای مختلف		—	٪۳	—	—	—	—	—
اکسیژن	O_2	—	٪۱	—	—	—	—	—
مقدار درصد مواد سوختنی		٪۹۶/٤۰	٪۹۰/۹	٪۲۸/۷	٪۳۹/۵۵	٪۳۱/۵۵	٪۹۲	٪۹۵/۲۰

فصل پنجم

مواد نسوز

واژه نسوز شامل کلیه مواد و مصالحی میشود که در برابر آتش و گرمای فوق‌العاده و فشار فلزات گداخته واثرات سربارهها[1] (اسکوری) مقاومت وهمچنان ثابت و پایدار بماند و لااقل شکل وساختمان ظاهری خود را از دست ندهند. بدین لحاظ موادنسوزرا دربنیان وپوشش درونی تمام کورهها وظروفیکه دردرون آنها عملیات مختلف گدازفلزات و گرمائی دیگر صورت میگیرد بمنظور محافظت و نگاهداری از گرما ودر بعضی موارد جهت هدایت گرما زیادبکارمیبروند.

یك جسم نسوز کامل وتمام‌عیاری باید ازمواد وعناصری ترکیب شده باشد که در آنها چندی ازخواص زیرین نهفته باشد:

۱ـ مقاومت وایستادگی در برابر آتش وگرمای فوق‌العاده

۲ـ مقاومت در برابر فشار مواد گداخته چه‌فلزی وچه غیرفلزی

۳ـ مقاومت در برابر اثرات خورنده‌گی و تباه[2] کننده سربارههای گداخته

٤ـ عایق‌بودن درمقابل گرما وجریان نیروی برق

٥ـ فرتوت‌نشدن هنگام تغییرات ناگهانی درجات گرما. بعبارت دیگر مقاومت دربرابر تغییرات آنی گرما، سردشدن و گرم شدن

٦ـ داشتن انبساط وانقباض نسبةً ثابت هنگام گرم‌شدن مجدد

۷ـ استحکام واستقامت مکانیکی ومقاومت دربرابر فرسایش وخراش

البته چون نمیتوان تمام خواص نامبرده دربالا را دریك ماده بخصوص پیدا کرد لذا برحسب موارد مختلف استعمال موادنسوز، دارا بودن چندخواص را باید ملاك عمل قرارداد وازکلیه خواص موجوده درماده معدل گرفت و وجود وعدم خواص مختلف را

Corrosion –۲ Slags –۱

با یکدیگر سنجید .

مواد نسوز طبیعی که درقشرزمین یافت میشوند ویابطورمصنوعی ساخته میشوند زیادانددولی آنها را بسه دسته بزرك تقسیم نموده‌اند :

۱ـ مواد نسوز اسیدی ۲ـ مواد نسوز خنثی ۳ـ مواد نسوز قلیائی

۱ـ مواد نسوز اسیدی ـ کلیه خاکها و سنگهائیکه در قشر زمین موجودانـد و عنصر مهم آنها سیلیس (SiO_2) میباشند و میل ترکیبی با اکسیدهای قلیائی دارند ودربرابراثرات خورنده‌گی وفاسدکننده سرباره (اسکوری)اسیدی و گرمای فوق‌العاده بخوبی ایستادگی نشان میدهند آنها را به مـواد نسوز اسیدی نامیده‌اند؛و مهمترین انـواع آنها شامـل خاك رس ـ ماسه سنك ـ گوارتزیت ـ گوارتز و سنك چخماق میگردند .

۲ ـ مواد نسوز خنثی ـ در بعضی خاکها و سنگهای طبیعی کانی مقادیر عناصر ترکیب کننده اسیدی و قلیائی طوری وجود دارندکه اثرات یکدیگر را خنثی نموده و درکوره‌های گداز فلزات هیچگونه میل ترکیبی با مواد دیگر از خود نشان نداده و مداخله درفعل وانفعالات شیمیائی که صورت میگیرند نمیکنند . خواص مزبور این گونه مواد نسوز را برای اغلب عملیات گدازی بسیارمناسب میکنند ولی نظر بگرانی بها و کمیابی آنها نمیتوان تمام درونی کوره ها را ازاین‌نوع مواد نسوز خنثی پوشش کرد و فعلا فقط در نقاطی کارگذارده میشوندکه بیش از سایر نقاط‌تحت تأثیرات تباه و فاسدکننده سربارههاواقـع میشوند و عموماً حـد فاصل بین مصالح‌نسوز اسیدی و مصالح قلیائی که درساختمان کوره بکار رفته‌است قرار میگیرند .

مهمترین مواد نسوز خنثی عبارتند از گرافیت ـ کرومیت ـ خاك‌رس مخصوص ـ خاکستراستخوان‌ـ کاربوراندم[۱] الوندم[۲] و ترکیبات سیلیسم و کربن[۳] .

۳ـ مواد نسوزقلیائی‌ـ خاکها ومواد معدنی طبیعی که عنصرمهم آنها اکسیدهای قلیائی‌ومقدار سیلیسیم‌آنها نسبةً کم است ومقاومت خوبی دربرابر اثرات خورندگی و زیان‌بخش اکسید های فلزی مذاب دارند معروف به مـواد نسوز قلیائی میباشند و

Silicium carbide –۳ Alundum –۲ Carborundom -۱

مهمترین انواع آنها عبارتند ازسنگهای آهکی-دولومیت - بوکسیت‌مانیزیت و زیرکن یا اکسیدزیرکونیم .(۱)

۱ـ مواد نسوز اسید

خاك‌رس ـ قسمت اعظم پوسته سطحی زمین را خاك رس تشکیل میدهد و این خـاك ترکیبی است از هیدرات مضاعف سیلیکات و الومین . اگر بطور خـالص باشد تشکیل کائولین (KAOLIN) داده وآنرا خاك چینی میگویند . خاك چینی خالص سفید رنك،بسیار نرم ودرلمس شبیه بصابون است . اگر قطعه ازآنرا بزبان بچسبانیم در اثر جذب رطوبت که یکی از مهمترین خواص خاك‌رسها است یك‌حالت چسبندگی پیدامیکند.فرمول‌شیمیائی‌خاك‌چینی‌خالص عبارت‌است از$AL_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O$ و مقدار عناصر ترکیب کننده آن ۴٦/۲ ٪ SiO_2 ـ۳۹/۸ ٪ AL_2O_3 و۲۳/۹ ٪ آب ورطوبت است .

اما خاك رس ناخالص و معمولی برنگ قرمز زرد وگاهی خاکستری وسفید در آمده و بسیار نرم و بـاسانی خرد میشود. آب و رطوبت را بسهولت بخودگرفته و تشکیل خمیری میدهد که از آن بوی مطبوعی بیرون میآید .چون خمیر خاك رس خاصیت پلاستیکی دارد میتوان آنرا باشکال مختلف در آورد وآجر وخشتهائی تهیه نمود که در اثر حرارت زیـاد وپخته‌شدن‌رطوبت‌وچسبندگی‌ان‌از بین‌رفته‌وجسم‌بسیار سخت و شکننده میشود .

طرز پیدایش خاك رسها ـ سنگهای مختلفیکه قشر جامد کره زمین را بوجود آورده اند طبیعة دائماًدرتحت‌عوامل برونی ازقبیل باد ـباران ـبرف ـاسید کاربونیك هوا ـ یخ‌بندان وگرمای شدید قرارگرفته وبتدریج در سالهای متمادی وفصول‌مختلف رفته‌رفته متلاشی شده وعناصر ترکیب کننده آنها از هم جدا وتفکیك گشته‌وکم‌وبیش تجزیه میگردند .

فلسپاراروتوکلاز- بفورمول$K_2O_2 . AL_2O_3 . 6\ SiO_2$که یکی‌ازترکیبات‌مهم سنگها است در اثر عوامل برونی وگاهی اوقات درونی متلاشی شده اکسید پتاسم و

۱- Zirconium oxide

تقریباً ۲/۳ سیلیس محتوی در آن رفته رفته حل شده و از بین میرود و آنچه از ترکیب اصلی فلسپار باقی میماند بشکل خاك در میآید که آنرا خاك رس میگویند و هرگاه خیلی خالص باشد بخاك چینی معروف است یعنی اگر در فلسپار ناخالصی وجود نداشته باشد کاروان نتیجه میشود ولی اگر سنگ متلاشی شده سنگ خارا (گرانیت) باشد آنوقت در خاك چینی طبیعة مقداری سیلیس و میکا وجود خواهد داشت .

خاك رس و خاك چینی دراغلب عهود زمین شناسی پیدا میشوند ـ آنهائیکه متعلق به عهود نسبة جدید و تازه میباشند خاصیت چسبندگی عالی دارند و نرم میباشند ولی خاکهائیکه در عهود قدیمه بوجود آمده اند بسیار سخت و فشرده بوده و خاصیت چسبندگی را از دست داده و بیشتر بشکل لوح یا پلمه سنگ در آمده اند .

خاصیت نسوزندگی خاك رس برحسب عناصر ترکیب کننده تفاوت میکند و هنگامی میتوان از خاك بخصوص آجرهای نسوز ساخت که دارای ترکیب شیمیائی ذیل باشد و اگرنه بیشتر بمصرف ساختن آجرهای معمولی و گل کوزه گری بکار میرود .

SiO_2 ۵۰ ـ ۶۵٪ ـ AL_2O_3 ۲۰ ـ ۳۹٪ ـ CaO ۰/۱ ـ ۰/۸٪

FeO ۰/۲ ـ ۳٪ MgO ۰/۱۵ ـ ۱/۵٪ ـ K_2O ۰/۱۵ ـ ۳٪

TiO_2 ۰/۳۰ ـ ۱/۵٪ ـ رطوبت و مواد آلی ۱۰ ـ ۱۵٪

اثرات ناخالصیها در خاك رس نسوز

الف ـ اکسیدهای قلیائی ـ از تجزیه بالا مشاهده میشود که در خاك رس ممکن مقداری اکسیدهای قلیائی مانند Na_2O ـ K_2O یعنی اکسید پتاسیم و سدیم وجود داشته باشد. این دو اکسید از ثبات و پایداری و نسوزندگی مواد میکاهند لذا مقدار آنها نباید از ۲٪ تجاوز کند والا آجر زود گداخته شده و آب میگردد .

ب ـ اکسید آهك و اکسید منیزیم ـ این دو اکسید قلیائی اثر گداز آور دارند و مثل بالا در گرمای زیاد باعث حل شدن و از بین بردن استحکام و استقامت آجر نسوز میشوند و البته نباید از حد معینی تجاوز کنند

ج ـ اکسید آهن ـ اثرات اکسید آهن بستگی بنوع و جنس خاك رس و درجه اکسید نامبرده دارد و روی همرفته مقدار آن نباید بیش از ۳٪ باشد زیرا اگر گرمای

کوره اکسید کننده باشد و اکسید آهن بشکل Fe_2O_3 موجود باشد، Fe_2O_3 با SiO_2 ترکیباتی نخواهد داد ولی در گرمای احیاء کننده اکسید نامبرده مبدل به اکسید ساده تر یعنی FeO گشته و در این حالت بسهولت با SiO_2 در ترکیب در آمده و تولید سیلیکات آهن که خودسر باره است نموده و پوشش درونی کوره را میخورد و آنرا از بین میبرد .

د ـ الومین یا تری اکسید الومینیم AL_2O_3 ـ هر گاه مقدار این اکسید در خاك رس زیاد باشد درجه چسبندگی و پلاستیکی آنرا زیاد میکند ولی در عوض هنگام خشك شدن و حرارت دادن زیاد منقبض میشود و از حجم آن کم میگردد ولی بعداً در کوره در اثر سرد شدن و گرم شدن دیگر تغییر نمیکند .الومین خاصیت نسوزندگی عالی دارد .

ه ـ اکسید تی تان ـ این اکسید در اغلب خاك رسها بمقادیر کمی موجود ولی بطوریکه مشاهده شده است اثرات زیان بخشی ندارد

برای اینکه بتوان تا اندازه بدرجه نسوزندگی خاك رسها پی برد و از صورت تجزیه عناصر ترکیب کننده آنها اطلاعاتی در این مورد بدست آورد بیشوف BISCHOFF شاخصی وضع کرده که عبارت از خارج قسمت دو کسر میباشد .

$$\frac{\text{اکسیژن در } AL_2O_3}{\text{اکسیژن در } RO} : \frac{\text{اکسیژن در } SiO_2}{\text{اکسیژن در } AL_2O_3}$$

بجای RO اکسیدهای مختلف قلیائی وچه اسیدی بکار میروند ونباید در آجر نسوزی مقدار آن از ٦٪ تجاوز کند . دانشمند نامبرده درجه نسوزندگی آجرهای خاك رسی را برحسب مقادیر خارج قسمت بالا تقسیم و درجه بندی نمود بقسمی که اگر مقدار خارج قسمت ۱۳/۹۵ باشد درجه نسوزندگی آجر بسیار خوب وعالی است و اگر ۱/٦٤ باشد درجه نسوزندگی پست و تقریباً صفر میباشد .

آجرهای سیلیسی ـ آجرهای نسوز سیلیسی از موادی ساخته میشوند که عنصر مهم آنها سیلیس SiO_2 بوده و از کوارتز و ماسه سنك متلاشی شده بدست آمده است چون کوارتز از خود خاصیت چسبندگی ندارد لذا پس از تهیه نمودن مواد سیلیسی و خرد کردن، آنها را با ۲٪ اکسید کلسیم (آهك) و یا قدری خاك رس خوب مخلوط

کرده و پس از عجین کردن قالب زده و باشکال مختلف درمیآورند . سپس آجرها را باید بتدریج در هوای گرمی خشك کرد و پس از خشك کردن در کوره های مخصوص آجرپزی تا ۱۷۰۰ درجه سانتی گراد گرما داد تا اینکه کاملا پخته شوند و یك جسم سختی وشیشه‌مانندی بدست آید .

موادیکه بمنظور ساختن اینگونه آجر های سیلیسی بکار میروند باید دارای ترکیب شیمیائی زیر باشند .

۹٤SiO_2 — ٪۹۸/۲ — ۰/۷۲AL_2O_3 — ٪۰٫٤/۲ — ۰/۱FeO — ٪۰٫۰/۳۰
۰٫۲۵CaO — ٪۰٫۲۲ — ۰٫۱۵MgO — ٪۰٫۲۰ — رطوبت ۰٫۵ — ٪۲٫۵

شن ـ گوارتزیت وسنگ چخماق ـ این مواد سیلیسی را بیشتر جهت مرمت کاری وتعمیرات موقت قسمت درونی کوره‌ها استعمال‌میکنند . اصولا پس‌ازخرد کردن ومخلوط کردن مقداری خاك‌رس بآنها اضافه نموده تا اینکه قدری خاصیت چسبندگی بخود بگیرند . گاهی‌اوقات‌قبل از روشن کردن کوره‌وآغازعملیات گداز، کف کوره‌ها را ازیك یا دوطبقه شن پوشانیده وبعداً بقدری درجه گرما را زیاد میکنند تا اینکه شن و ماسه ذوب‌شده ومثل‌شیشه گداخته بدرون خلل وفرج آجرهای کف کوره فرووروند و آنها را برای عملیات بعدی کاملا مهیا سازند .

تحولات‌سیلیس ـ اگرچه درجه نسوزندگی آجرهای سیلیسی بستگی بـا مقدار در صد SiO_2 محتوی و عدم وجود ناخالصیها دارد ولـی استحکام و استقامت آنها بیشتر بستگی به کوچکی ذرات ومقدار SiO_2 شیشه‌ای و نوع تبلوران دارد . آزمایش نشان داده کـه اگرگوارتز خـالص یعنی SiO_2 حرارت بـه بیند در اثر ازدیاد درجه‌گرما نوع تبلورخودرا تغییرمیدهد ودروضع‌وشکل قرارگرفتن ملکولها تحولاتی رخ میدهد .

ابتدا کوارتز مبدل‌به کریستوبالیت CRISTOBALITE وبعداً به‌تری‌دامیت TRIDAMITE میگردد که هریك‌ازآنها درخواص فیزیکی‌ازقبیل وزن مخصوص انبساط و انقباض و غیره متفاوت‌میباشند .

وزن مخصوص گوارتز ۲/٦٦ ـ کریستوبالیت ۲/۳۳ وتری‌دامیت ۲/۲۷ است در صورتیکه مقداردرصد انبساط کوارتز به کریستوبالییت ٪۰٤/۳۵ وگوارتز به‌تری‌دامیت

۰/۵/۳٪ میباشد . حال موقع پختن و حرارت دادن آجرهای سیلیسی این تحولات که تماماً برگشت کننده نیز هستند صورت میگیرند . اگرچه بهتر است در این موقع حرارت پختن آجرها طوری بالا برود (۱۷۷۰ درجه) که تمام گوارتز مبدل به حالت آخری یعنی تری‌دامیت گردد ولی این عمل از نقطه نظر بازرگانی و اقتصادی مقرون بصرفه نیست زیرا باید آجرها را برای مدت زیادی درحرارت بسیار عالی نگاه داشت .

در کارخانجات آجرنسوزسازی سعی میشود که حرارت پختن را طوری تنظیم نمایند که در حدود ۷۰٪ گوارتز مبدل به کریستوبالیت و ۲۵٪ بهمان حالت اولی گوارتز و فقط ۵٪ به تری‌دامیت تغییر یابد . زیرا بیش از این مقرون بصرفه نیست . موقعیکه آجرهای سیلیسی در کوره گدازی قرار گرفته‌اند ومجدداً گرما می‌بینند آن ۲۵٪ گوارتزیکه بهمان‌حالت اولیه باقی‌مانده تغییر حالت‌داده و بمرورمبدل به کریستوبالیت‌وتری‌دامیت‌میگردد وازاین‌لحاظدرموقع‌ساختمان کوره‌باید بین‌آجرهای‌سیلیسی درحدود ۱/۵ـ۲/۵٪ طول کوره‌فاصله خالی‌جهت‌انبساط نگاهداشت‌والا آجرها از نظم خارج‌شده وکوره را خراب‌میکنند .

بطور کلی‌آجرهای سیلیسی‌تا گرمای ۱۵۵۰ درجه سانتی گراد را بخوبی تحمل میکنند ولی‌عموماً دونقص بزرگ دربردارند .

۱ـ چون ممکن نیست‌هنگام پختن‌تمام‌گوارتز را مبدل‌به‌تری‌دامیت‌کردلذا در اثر دیدن گرمای مجدد بمقدار ۱/۵ـ۲٪ منبسط میشوند و احتیاج باتصالی و فواصلی توخالی‌دارندکه هنگام انبساط وانقباض بازوبسته شوند .

۲ـ دراثر تغییرات آنی گرما پوست‌پوست‌شده وبتدریج متلاشی‌میشوند ولی‌چون ازطرفی‌مقاومت‌آنهادر برابر اثرات‌خورندگی‌سربارهها زیادنیست وچون‌نسبة متخلخل بوده واسیدی میباشند لذا بهترین محل استعمال‌آنهادرپوشش‌دیوارهای‌درونی وسقف کوره‌ها و شبکه‌بندی دستگاههای حفاظت گرما و درون دودکش و مجاری گازهای گرم میباشد .

آجرهای سیلیسی‌که ماده چسبندگی‌آنها در عوض اکسید دوکلسیم (آهك)

خالکرس است از حیث خواص نامبرده پست‌تر میباشند ولی در عوض تغییرات انبساطی و انقباضی آنها در گرم کردن و سرد شدن مجدداً کمتر است و بدین جهت مورد استعمال آنها در کوره های کك سازی کندوئی - در کوره های بلند آهك پزی و عملیات حرارتی و غیره میباشد .

۴- مواد نسوز خنثی

مواد نسوز خنثی آنهائی هستند که میل ترکیبی و آمیزش شیمیائی با مواد اسیدی وقلیائی نداشته ومقاومت آنها در برابر گرمای زیاد و شرایط سخت و شدیدی که در در کوره های گداز فلزات حکمفرما است بسیار خوب است و بهترین انواع آنها عبارتند از گرافیت - کرومیت - ترکیبات کربن و سیلیسیم - ترکیبات سیلیس و آلومینیم - خاکستر استخوان و زیرکن است .

گرافیت - GRAPHITE گرافیت را میتوان کم و بیش کربن خالص محسوب داشت و یکی از موادیست که گرمای احیاء کننده در آن اثری ندارد وضریب انبساط آن بسیار کم و در ٤٠ درجه سانتی گراد (۰/۰۰۰۰۰۷۸٦) میباشد . رنك آن سیاه دارای جلای فلزی و سختی آن در نردبام موهس MOHS یك و بسیار نرم و بسهولت متورق شده و فلس مانند میگردد .

گرافیت طبیعی بشکل رگه یا توده‌های عدسی مانند درسنگهای آذری بمقادیر معتنابهی در جزیره سیلان - جزیره ماداگاسکار - آلمان - اتریش - شبه‌جزیره کره - کانادا مکزیك - ایالات‌متحده امریکا موجود و استخراج میگردد. گرافیت مصنوعی را در کوره‌های الکتریکی میسازند . یك‌نوع دیگر کربن خالص در کوره‌های تقطیر زغال سنك جهت تولید گاز بدست میآید .

مهمترین موارد استعمال گرافیت طبیعی برای ساختن بوته و گرافیت مصنوعی برای الکترود ومقاومتهای ذغالی ومغزه قلم‌مداد وغیره میباشند .

ترکیب شیمیائی گرافیت طبیعی باید در این حدود باشد : مواد فرار ۰/۷-۵٪ کربن ٦٦-۹۹/۸٪ خاکستر ۰/۵-۰٪ وزن مخصوص ۲/۳٦-۲/۳۵

برای ساختن بوته، گرافیت طبیعی را خورد کرده و با مقداری کك و خورده

الکترود و قدری خاك رس نسوز مخلوط کرده و بوته میسازند و مقادیر مواد متشکله برحسب موارد استعمال بوته و نوع فلزیکه در آن باید گداخته شود وعوامل دیگر تغییر میکند . مثلا در انگلستان معمولا بوته‌ها را از مخلوطی از ۳ قسمت (در وزن) گرافیت ۲ قسمت کك سخت ۲ قسمت خاك رس نسوز و یك قسمت خرده بوته کهنه میسازند . در آلمان بوته‌هائیکه برای کارهای ریخته گری بکار میروند ازمخلوطی از ۵ قسمت کك خرد شده و نرم، ٤ قسمت گرافیت طبیعی و ۸ قسمت خاك رس نسوز و خرده بوته ساخته میشوند .

بوته‌های گرافیتی را یا برای پولادسازی بطریقه بوته‌ای ویا برای گدازفلزات زودگداز و ساختن همبسته‌های مختلف مانند برنج و مفرغ و برنز الومینیم و غیره بکار میبرند . برای پولادسازی بوته‌ها را از مخلوط ۵۸٪ گرافیت ۳۵٪ خاك رس نسوز چسبنده و ۷٪ ماسه نرم و یا از مخلوط ۵۵٪ خاك رس نسوز و ۷٪ کاولن و ۸٪ ماسه نرم میسازند درصورتیکه مخلوطی که برای بوته گدازهمبسته‌های فلزی بکار میرود از ٤۸٪ گرافیت ۳۲٪ خاك رس نسوز ٦٪ ماسه نرم و ١٤٪ خرده بوته کهنه تشکیل میشود .

برای ساختن بوته ابتداء مواد را کاملا خوب نرم کرده و در اندازه های مختلف مخلوط نموده و سپس آب به آن اضافه میکنند و مخلوط را کاملا بهم زده تا بشکل عجین کوزه‌سازی درآید . سپس عجین تهیه‌شده‌را مدتی درزیرزمین خنکی نگاه میدارند تا باصطلاح برسدوبعمل آید . بعداً عجین راروی چرخ کوزه گری ویادرقالبهای مخصوص بشکل بوته دراندازه‌های مختلف درمیآورند .

خشك کردن و بعداً پختن بوته‌هاباید بسیار بتانی ودقت انجام گیرد والاغلب بوته ها ترك برداشته وازحیزانتفاع ساقط میشوند .

۲ ـ **کرومیت** ـ کرومیت ماده معدنی وازاکسید مضاعف کرم وآهن تشکیل و بفرمول $Cr_2O_3 . FeO$ در آمده است . کرومیت درممالکی مانند ترکیه ـ یونان ـ رودسی درافریقای جنوبی ـ بلوچستان ـ کالیفرنی ـ روسیه و بمقدار کمی درایران (در عباس آباد راه تهران مشهد) یافت واستخراج میگردد . اگرچه‌مورد استعمال این‌ماده

معدنی دردرجه اول برای بدست آوردن کرم فلزی وساختن پولادهای ویژه کرم ـ نیکل داراست ولی درسالهای اخیر از آن آجرهای نسوز ساخته شده و درساختمان کوره های گداز فلزات مخصوصاً حد فاصل بین آجرهای اسیدی و قلیائی زیاد بکارمیرود زیرا چون خواص خنثی دارد لذا مانع میشود که این دو نوع مواد نسوز بر روی یکدیگر اثر کرده ویکدیگر را از بین ببرند . آجرهای کرومیتی تاگرمای ۱۸۵۰ درجه سانتی گراد بخوبی مقاومت کرده ودر ۲۰۵۰ درجه سانتی گراد گداخته میشوند . گرما را بخوبی هدایت کرده ولی در گرمای زیاد منبسط شده وتغییرات ملکولی در آن صورت میگیرد گرچه در برابر فشاروزن فلزات گداخته نسبةً مقاومت میکنند ولی مشاهده شده است که در ۱٤۵۰ درجه دفعةً خرد میشوند . برای ساختن آجر نسوز، کرومیت معدنی رادر ماشینهای سنگ شکن کاملا خرد کرده، باقدری خاك رس ویا اکسید منیزیم کلسینه شده مخلوط کرده ودرتحت فشارقالب زده وباشکال مختلف درمیآورند .

ماده معدنی کرومیت دارای ترکیبات شیمیائی زیر میباشند .

٪۳۰ - ۱٤ FeO - ٪۵۲٫۵ - ٤۰ Cr_2O_3

٪۳ - ۱٫۵ CaO - ٪۲۰ - ۳ SiO_2 - ٪۲۰ - ۱٤ MgO - ٪۲۵ - ۱۱ AL_2O_3

رطوبت ۰٫۵ - ٪۱

کرومیت عباس آباد از نوع مرغوب بوده وازآن در کارخانه آجر نسوز امین آباد مقداری آجر نسوز ساخته شده که کاملا رضایت بخش میباشدولی بعلت گرانی بها ازطرفی و نبودن تقاضا ازطرفی دیگر چندان مورد استعمالی درایران ندارد وزیاد بمصرف نمیرسد.

۳ـ ترکیبات سیلیسیم و کربن ـ ترکیات این دو عنصر که در صنایع مواد نسوز بـاسامی سیلوکسیکن Siloxicon ، کاربوراندم Carborundum وکریپتول Kryptol معروف اند درسالهای اخیرموارد استعمال زیادی درکارهای کوچك گداز فلزات پیدا کرده‌اند ولی نظر بگرانی بها هنوز بمقادیر زیاد درکارهای بزرگتر توسعه نیافته‌اند . ازتمام ترکیبات مزبور کاربوراندم که بفورمول (SiC) میباشد متداول تـرو در کوره‌های کک سازی و بوته‌های گدازفلز روی زیاد بکارمیرود. کاربوراندم را ازاحیاء نمودن SiO_2 کوارتز درکوره الکتریکی مقاومتی بوسیله کربن C در ۱۸۰۰ $C°$ بدست

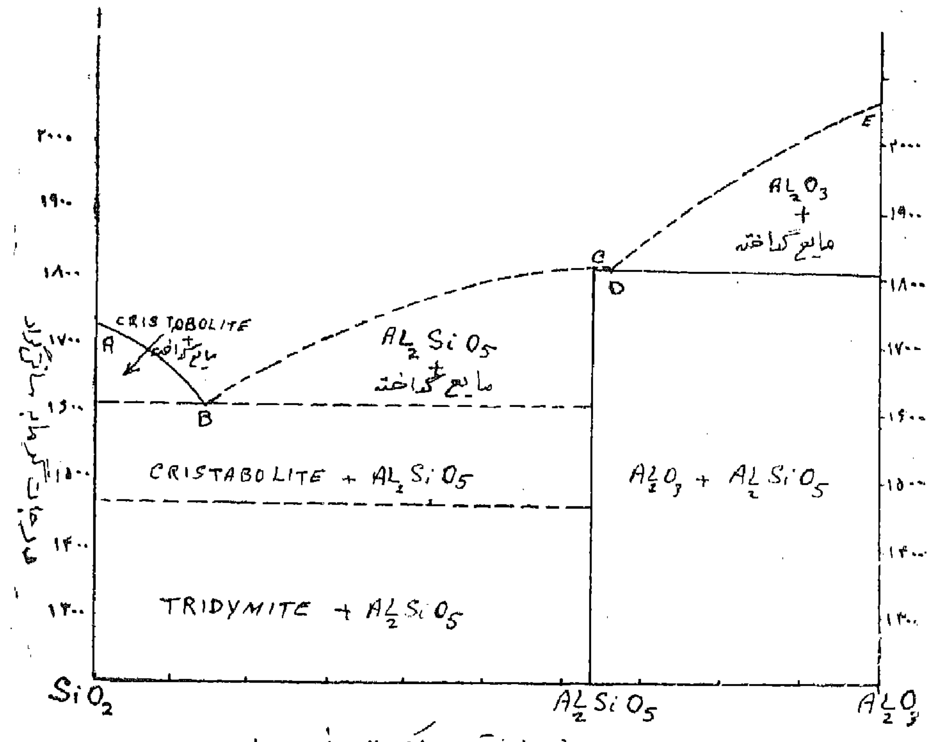
میآورند و اصولا از ۷۷ ـ ۹۰٪ SiC و ۶ ـ ۱۸٪ SiO_2 و ۴ـ۵٪ FeO, AL_2O_3 ترکیب شده است. هدایت گرمائی آن بمراتب عالی‌تر ازسایرمواد نسوز بوده وبدین لحاظ مناسب‌ترین مواد نسوزی میباشد که درکوره‌های موفل‌وکوره های گازی و کاك سازی بکارمیرود. مقاومت آن دربرابرخراش و فرسایش وتغییرات آنی درجات گرما زیاد وضریب انبساط آنها بسیارکم وناچیز است ولی باتمام خواص نامبرده گرانی بها تمام شده مورد استعمال آنرا درکارهای بزرك کاملا محدود نموده‌است.

۴ـ ترکیبات الومین وسیلیس ـ نظربا‌ینکه‌اکسید آلومی نیم دردرجات عالی گرما یعنی در۲۰۵۰ درجه سانتی گراد گداخته میشود لذا این ماده‌ذاتاً وجبلا دارای خاصیت نسوزندگی میباشد وتنها اشکال ونقیصه موجود‌که تا اندازه مانع استفاده از این خاصیت میشود انقباض زیاد است که هنگام گرم‌کردن مجدد در آن مشاهده میگردد والبته قبل ازاستعمال اکسید الومی‌نیم بشکل آجر ویا مصالح ساختمانی، باید مواد اولیه آنرا یعنی بوکسیت را درکوره الکتریکی بشدت تا درجات بسیار عالی گرما تباه وسرخ کرد و بعداً کاملا خرد وریز نمود و با مقداری خاك رس و گل بعنوان ماده چسبنده مخلوط کرد وآجر ساخت.

طبیعة خاك رس برحسب نوع وجنس آن مقداری سیلیس دربردارد وسیلیس با اکسیدآلومی‌نیم ترکیباتی میرهد‌که درنمودار (شکل۱۹) تشریح گردیده بطوریکه‌ازنمودار ملاحظه‌میشود اضافه‌نمودن‌خاك گل ورس‌یعنی‌مقداری SiO_2 درجه گداز اکسید الومینیم راپائین‌میآورد بقسمی که‌در ۱۸۱۰ درجه‌تولیداوتکتیکی Eutectic بترکیب $3AL_2O_3 . 2SiO_2$ مینماید واگر بازمقدار خاك‌رس‌اضافی زیادشود یـاك اوتکتیاك دیگر در ۱۶۱۰ درجه $^\circ C$ نیزظاهرمیگردد وترکیبات‌الومینی‌وسیلیسی‌بوجود میآیند.

سیلی‌مانیت یاموليت Sillimanite یا Mullite ـ اگرمقدارسیلیس کـه مخلوط با آلومین میگردد بتدریج شود درجه گداز پائین آمده تا بالاخره درنقطه C(شکل۱۹) که‌برابر گرمای $1816^\circ C$ سانتی گراداست‌تولیدترکیبی‌میکند که‌فورمول آن $Al_2O_3 . SiO_2$ میباشد واین‌ترکیب‌شباهت زیادی به‌ماده معدنی طبیعی موسوم

به Sillimanite که درقسمت شمالی هندوستان یافت و استخراج میگردد دارد .
ماده‌مصنوعی رامیتوان بوسیله‌مخلوطی‌از کاوالین و آلومین بی‌آب بنسبت ۲۵۸ : ۱۰۲



شکل (۱۹) نمودار تعادل اکسید آلومینیم و سیلیس

ساخت ودر کوره الکتریکی شدیداً در ۱۵۲۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داد و برای اینکه درجه‌گرمای لازمه را پائین آورند معمولا قدری (٪۲) اسیدبوریك واکسید مانیزیم بمخلوط اضافه میکنندو گاهی اوقات مخلوط Al_2O_3 بی‌آب و کااولین را با اسید بوریك ویا اکسید مانیزیم را با موادچسبندهٔ الی ازقبیل نشاسته صنعتی و کتیرا و یا روغن برزك‌مخلوط کرده وپس ازقالب‌زدن ودرآوردن باشکال مورد تقاضا درکوره تاگرمای ۱۵۵۰ °C حرارت میدهند اگر ترکیب و فورمول شیمیائی آن در عوض $Al_2O_3 . SiO_2$ به $AL_2O_3 . 2SiO_2$ تغییر یابد آنوقت بآن مولیت Mullite میگویندوهردوتا ۱۸۱٦ درجه سانتی‌گراد که درجه‌گداز آنهاست درکوره میتوانند

مقاومت کنند . اضافه بر آجرهای نسوزلوله‌هائیکه در آن سیم آذر سنج بکوره متصل میگردد وظرف پورسلانیکه باید گرمای زیاد را درعملیات شیمیائی متحمل گردند از مخلوطی که‌حاوی ۵۵/۸٪ کاولین Kaolin؛ ۴۲/۲٪ Al_2O_3 بی آب و تکلیس شده ومقدار کمی گل رس چسبنده میسازند.مخلوط دیگرعبارت‌از۵۵٪ مولیت Mullite ۱۲٪ گل رس چسبنده؛۱۳٪ کاولین خام؛۱۰٪ الومینAl_3O_2 تکلیس شده و ۱۰٪ فلسپار Feldspar

۵ـ خاکستر استخوان ـ خاکستر استخوان از سوزانیدن استخوان حیوانات بدست میآیدوقسمت معظم‌ان‌از فسفات کلسیم‌و ۱۰٪ کربنات کلسیم‌تشکیل شده‌است . سابقاًدرساختمان کوره‌های کوپلاسیون‌در تصفیه‌سرب‌و نقره وساختن کوپل برای کارهای آزمایشگاه زیاد بکارمیرفت ولی رفته رفته مواد دیگری جایگزین شده‌اند .

۶ ـ زیرکنیا (Zirconia) ـ یکی ازمهمترین وجدیدترین مواد نسوز خنثی که در سالهای اخیر مورد استعمال زیاد در صنایع متالوژی پیدا کرده است موادیست که از اکسید زیرکونیم (ZrO_2) ساخته میشوند؛ زیرا نوع خالص‌اکسید نامبرده تا ۳۰۰۰ درجه سانتی گراد مقاومت میکند ولی نوع ناخالص آن در ۲۶۰۰ درجه گداخته میشود . هدایت گرمائی آن چندان خوب نیست و ضریب انبساط آن خیلی نزدیك به ضریب انبساط‌کوارتز شیشه یعنی در حدود ۰/۰۰۰۰۰۰۸۴ میباشد . اکسیژن هوا برروی آن اثری نداشته و سرباره‌های سیلیسی آنرا نمیخورند و تباه و فاسد نمیکنند .

اکسید زیرکن را از ماده معدنی سیلیکات آن یعنی ($ZrSiO_4$) و یا از ماسه و شن‌هائیکه موسوم به‌مونازیت MONAZITE اندودر کشور برازیل‌بفراوانی‌یافت میشوند استخراج میکنند. جهت ساختن مواد نسوز مواد نامبرده را در ماشین‌ها سنگ‌شکن اول خرد کرده و سپس نرم میکنند و در کوره‌های مدور گردانی بشدت تا ۲۰۰۰ درجه حرارت‌داده‌تا اینکه کاملاًتکلیس‌شوند؛سپس با مقداری روغن بزرك و یا نشاسته دکسترین Dextrin مخلوط کرده‌ودرتحت‌فشار قالب زده وباشکال مختلف درمی‌آورند ومجدداً آجرها را تا حرارت ۲۰۰۰ درجه میپزند . مواد طبیعی که فعلا

بیشتر از کشور برازیل استخراج میشود دارای ترکیب زیراست :
ZrO_2 ۱ر۸۴٪ - Fe_2O_3 ۱ر۳٪ - Si_2O ۷ر۷٪ - TiO_2 ۲ر۱٪ Al_2O_3 ۷ر۰٪

۳ ـ مواد نسوز قلیائی

مواد نسوزقلیائی باجسامی اطلاق میشود که در ترکیبات شیمیائی آنهـا سیلیس وجود نداشته ویا اگر باشد بقدری کـم است که اثرات اکسیدهای قلیائی حکم فرماست یعنی بامواد سیلیسی در ترکیب در آمده تولید سیلیکات نموده و بامواد و سرباره‌های قلیائی کاملا بـی اثر میماند و بدین لحاظ مهمترین ومناسب‌ترین مواد نسوز جهت پوشش درونی کوره‌هائیکه در آنها فعل وانفعالات شیمیائی قلیائی صورت میگیرند بشمار میروند .

مهمترین موادمعدنی که از آنهامواد نسوزقلیائی ساخته میشوند عبارتند از سنگ آهك، دولومیت و مانیزیت

۱ ـ **آهك** ـ اکسید کلسیم CaO که از تکلیس سنگ آهك نتیجه میشود عبارت از جسمی است که درجه نسوزندگی ان زیاد و در برابر هیچ گرمائی به تنهائی گداخته نمیشود و بحالت مـایع سیالی در نمی آید. چون این ماده ازخود خاصیت چسبندگی ندارد لذا آجرهای آهـکی در گرمای زیاد پوست انـداخته و درمدت کمی متلاشی شده واز بین میروند ولی نظر به ارزانی بها و وفوران در قشر زمین و پیدا شدن آن در همه جا آنرا برای پوشش درونی بعضی از کوره و دستگاههای تبدیل کننده بکار میبروند .

۲ ـ **دولومیت یا دولومی** Dolomite ـ سنـگـی است معـدنی بتـرکیب $(Ca,Mg)(CO_3)_2$ که از کربنات مضاعف آهـك و مینزیم تشکیل یافته و در قشر زمین بطور لایه های ضخیم فیمابین طبقات رسوبی بوجود آمده و در بسیاری از نقاط زمین موجـود و استخراج میشود . از تـوده‌های طبیعی دولومیت وقتی میتوان مـواد سـاخت کـه عناصر تـرکیب کننده و تجزیـه شیمیائـی آنهـا در حـدود مقادیـر زیر باشد :

CaO ۲۸ ـ ۳۱/۵٪ . MgO ۱۷ ـ ۲۰/۳٪ ـ SiO_2 ۱/۷ ـ ۴/۱۰٪ ـ AL_2O_3
۰/۰۹ ـ ۳٪ . FeO ۱/۲ ـ ۱/۷ ـ CO_2 ورطوبت ۴۵/۵٪

بدیهی است هر قدر اکسید منیزیم بیشتر باشد خاصیت نسوزندگی این ماده بیشتر و بهتر میگردد ومقدار آن نباید کمتر از ۲۰٪ باشد. مواد معدنی دولومیت را پس از استخراج بقطعات کوچك در آورده ودر کوره های آهك پزی بشدت حرارت داده تا اینکه تکلیس شوند وازحالت کربناتی بشکل اکسید مضاعف درآیند سپس آنرا خرد ونرم کرده و بشکل دانه‌های فندق در آورده ودر کوره‌های گداز فلزات مخصوصا در کوره‌های مختلف پولاد سازی برای مرمت وتعمیرودرزگیری وایجاد غشاء محافظ روی کف کوره زیاد بکارمیبرند.

تابحال از دولومیت آجرومصالح ساخته نشده و بیشتر دانه‌های آنرا باقدری قطران مخلوط کرده، حرارت داده و کف وفصل مشترك، کف باجدارهای جنبی کوره‌هارا ازاین ماده پوشانیده تااینکه درموقع گدازفلزات آجرهای نسوزیکه در کف کوره چیده شده اند بلافاصله بافلزات وسربارهای مذاب تماس نداشته و بیشتر دوام کنند. دولومیت را نباید زیاد درانبار نگاهداشت زیرا آهك محتوی رطوبت هوا ومحل رادرخود جذب کرده ودولومیت را فاسد میکند بقسمی که دیگر نمیتوان ازآن غشاء محافظ ویامرمت در کوره ساخت.

۳ ـ مانیزیت Magnesite ـ مهمترین و بهترین موادنسوزقلیائی آنهائی هستند که از اکسید مانیزیم MgO ساخته شده اند. ماده معدنی مانیزیت یعنی کربنات مانیزیم $Mg\ CO_3$ مانند سنگ آهك ودولومیت در قشر جامد زمین بشکل لایه های مطبق بین سنگهای رسوبی دیگر بوجود آمده ولی برعکس آن دوماده، مانیزیت نسبة کم یاب و فقط در ممالکی مانندیونان ـ اتریش ـ ترکیه ـ هندوستان ـ کانادا ـ کالیفرنی وواشنگتن درایالات متحده امریکابمقدار معتنابهی یافت و بهره برداری میشود چون مناسب ترین مصالحی هستند که درساختمان کوره‌های پولادسازی بطریقه زیمنس مارتن ودر کوره‌های الکتریکی زیادبکارمیروندلذا بهاء آن ازسایرموادنسوزگران تراست.

مانیزیت طبیعی که برای ساختن موادنسوز مناسب است باید دارای ترکیب شیمیائی زیر باشد:

MgO ۴۲ـ۴۸٪ CaO ۱/۵ـ۱/۷٪ SiO_2 ۰/۵ـ۱/۹٪ FeO صفر ـ۳/۵٪ AL_2O_3
صفر ـ ۴/۳٪ CO_2 ورطوبت ۴۸ ـ۵۱٪

مانند سنگ آهك و دولومیت،مانیزیت طبیعی را بعد از استخراج باید بقطعات کوچك شکانند و سپس در کورهای مدور گردان[۱] که درصنعت سیمان سازی بسیار متداول است بشدت حرارت ذاد ومدت زیادی در گرمای بالا تر از ۱۷۰۰ درجه سانتیگراد نگاهداشت تا اینکه اکسید منیزیم تکلیس شده که موسوم به پریکلاز Periclase است حاصل شود .

اثرات گرما بر روی منیزیت ابتدا در بر طرف نمودن رطوبت و دفع انیدرید کربنیاك و بعداً در تبدیل کربنات باکسید منیزیم ومنقبض شدن حجم آن نمایان میگردد و هر اندازه درجه گرمای تکلیس زیاد ترشود اکسید منیزیم پخته تر شده و وزن مخصوص آن از ۳ به ۳/٦ رسیده و حجم آن ٤٥ ٪ کوچکتر از حجم اصلی میگردد .

برای ساختن آجرهای مانیزتی پس لازم است که مانیزیت رادر گرمای ۱۷۰۰ درجه سانتی گراد مدتی تکلیس نمود وچون این عمل از نقطه نظر اقتصادی وبازرگانی چندان مقرون بصرفه نیست لذا بمخلوط منیزم قدری سنگ آهن طبیعی (هماتیت ویا سولفات آهن) اضافه نموده تا محتوی اکسید آهن درمخلوط به ٥ ٪ برسد،سپس مخلوطرا در درجه گرمای کمتری تکلیس میکنند.پس از خاتمه عمل تکلیس اکسید منیزیم را کاملا خردو نرم کرده و بامقداری ۲ ـ ٤ ٪ آب مخلوط نموده و پس ازعجین نمودن و بعمل آوردن عجین درتحت فشار زیاد قالب زده و باشکال مختلف درآورده و مجدداً در کوره آجر پزی چیده وتا ۱۵۰۰ درجه سانتی گراد گرماداده تااینکه خوب پخته شده و بحد لازم منقبض گردند .منیزیت تکلیس شده که بشکل آجر درآمده ودر کوره باز پخته شده ممکن است تا ۳ درصد درطول کوتاه گردد .

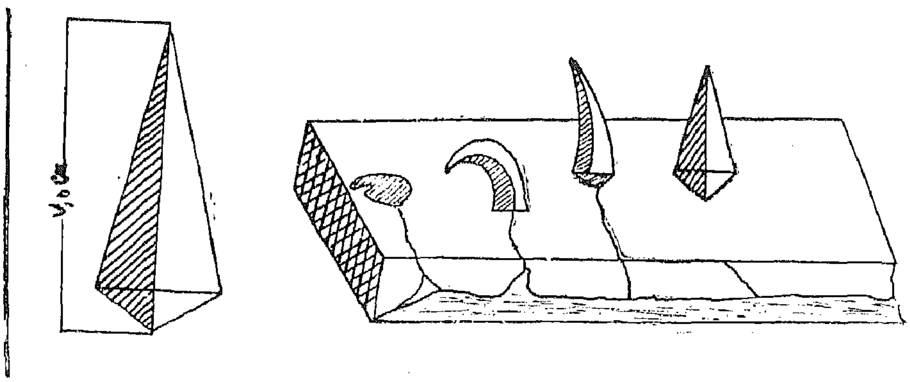
بعضی از خواص ماده نسوز منیزیتـ درجه گداز اکسید منیزیم MgO بسیار خالص درحدود ۲۸۰۰ میباشد ولی مانیزیت تجارتی در ۲۱٦٥ درجه سانتی گراد ذوب میگردد بنابراین آجرهای مانیزیتی میتوانند بخوبی گرمای ۱۷۰۰ ـ ۱۸۰۰ تحمل کنند،ولی مقاومتی دربرابر تغییرات ناگهانی گرما نداشته وبزودی پوست انداخته ویا ترك میخورند . موادسیلیسی بسهولت بر آن اثر کرده و آنرا میخورند بدین لحاظ در

---

۱ - Rotary kilns

قرار دادن وچیدن مصالح نسوز در کوره باید دقت شود که آجرهای سیلیسی و یا انهائیکه از خاک رس نسوز ساخته شده اند بهیچوجه تماس با آجرهای منیزیتی نداشته باشند وفیمابین آنها همیشه باید مواد نسوز خنثی قرار گیرد . آجرهای منیزیتی را بایددر انبارهای خشك نگاهداشت که هیچگاه رطوبت هوا در آنها سرایت نکند والازود از بین میروند.

مخروطهای زیگر SegerCones ـ درصنایع مواد نسوز وصنایع فخار معمول گردیده که برای تعین درجات مختلفه گرما که درآنها اجسام نسوز که در ترکیبات مختلف میباشند نرم میشوند و بعداً گداخته و کاملاً آب میگردند در عوض آذرسنجهای الکتریکی ویا الکترواپتیکی مخروطهای زیگر بکار برند. مخروطهای زیگر را معمولاً بشکل هرم های سه جانبه از اکسیدهای مختلف که شرح ترکیبات آنها در جدول یازدهم صفحات (۱۱۱ و ۱۱۲) داده شده است میسازند و برحسب تفاوت و پایداری که از خود در برابر گرما در کوره های آجرسازی و یا کوره های دیگر نشان میدهند نمره بندی شده اند و هر نمرهٔ از ترکیب بخصوصی



شکل ۲۰ ـ مخروطهای زیگر

ساخته شده و دارای درجه نرم شدن و گداز معینی میباشد که دقیقاً حساب شده است .

مثلاً اگر گفته شده است که فلان جسم نسوزی بین مخروط ۳۱ و ۳۲ آب میشود یعنی درجه گداز ان جسم مزبور بین ۱۷۷۰ ـ ۱۷۹۰ درجه سانتی گراد میباشد و برای اینکه درجه گرم شدن جسمی و یا گداز ان را تعیین کنند، سه عدد مخروط در سه نمره متوالی را روی صفحه ای که از اکسید آلومینیم خالص و یا کااولین ساخته شده در کوره و یا نزدیك جسمی

که درجه گدازان مورد نظر است قرار داده و پس از دادن گرمای کافی مخروط ها را از درون کوره بیرون میآورند والبته مخروطیکه کاملا گداخته شده است نمره آن معادل درجه گرمای کوره و یاجسم میباشد .

از نقطه نظر درجه بندی مواد نسوز بر حسب مقاومت نسوزندگی درجات گداز آنها بترتیب صعودی شرح میدهیم

آجرهای نسوز ازخاك وگل رس نسوز	۱۵۶۰	درجه سانتیگراد
آجرهای نسوز که از کا اولین خالص ساخته شده	۱۸۳۰	»
» اکسید آلومینیم	۱۹۷۰	»
مانیزیت کاملا تکلیس شده	۲۵۰۰	»
کرومیت	۲۰۰۰	»
آهك (اکسید کلسیم)	۲۵۰۰	»
آجرهای سیلیسی	۱۸۳۰	°C
آجرهای مانیزیتی	۲۰۰۰	»
کاربوراندم	۲۲۰۰	»
کربن خالص	۲۵۰۰ـ۲۰۰۰	»

کربن در ۳۷۰۰ درجه C میجوشد و بقلیان درمیاید

جدول یازدهم ـ ترکیبات شیمیائی و درجات گداز مخروطهای زیگر

نمره مخروط	فورمول ترکیب شیمیائی مخروطها که بوسیله زیگر(۱) . هشت(۲) . کرامر(۳) داده شده	درجه گداز بسانتیگراد	درجه گداز بفاهر نهایت
۱	۰/۳۰ K_2O ۰/۷ CaO ۰/۲ Fe_2O_3 ۰/۳ Al_2O_3 ۴ SiO_2	۱۱۵۰	۲۱۰۲
۲	۰/۳۰ K_3O ۰/۷ CaO ۰/۱ Fe_2O_3 ۰/۴ Al_2O_3 ۴ SiO_2	۱۱۷۰	۲۱۳۸
۳	۰/۳ K_2O ۰/۷ CaO ۰/۵ Fe_2O_3 ۰/۴۵ Al_2O_3 ۴ SiO_2	۱۱۹۰	۲۱۷۴
۴	۰/۳ K_2O ۰/۷ CaO ۰/۵ Al_3O_3 ۴ SiO_2	۱۲۱۰	۲۲۱۰
۵	۰/۴ K_2O ۰/۷ CaO ۰/۵ Al_2O_3 ۵ SiO_2	۱۲۳۰	۲۲۴۶
۶	۰/۳ » ۰/۷ » ۰/۶ » ۶ »	۱۲۵۰	۲۲۸۲
۷	۰/۳ » ۰/۷ » ۰/۷ » ۷ »	۱۲۷۰	۲۳۱۸
۸	۰/۳ » ۰/۷ » ۰/۸ » ۸ »	۱۲۹۰	۲۳۵۴
۹	۰/۳ » ۰/۷ » ۰/۹ » ۹ »	۱۳۱۰	۲۳۹۰
۱۰	۰/۳ » ۰/۷ » ۱/۰ » ۱۰ »	۱۳۳۰	۲۴۲۶
۱۱	۰/۳ » ۰/۷ » ۱/۲ » ۱۲ »	۱۳۵۰	۲۴۶۲
۱۲	۰/۳ » ۰/۷ » ۱/۴ » ۱۴ »	۱۳۷۰	۲۴۹۸
۱۳	۰/۳ » ۰/۷ » ۱/۶ » ۱۶ »	۱۳۹۰	۲۵۳۴
۱۴	۰/۳ » ۰/۷ » ۱/۸ » ۱۸ »	۱۴۱۰	۲۵۷۰
۱۵	۰/۳ » ۰/۷ » ۲/۱ » ۱۲ »	۱۴۳۰	۲۶۰۶
۱۶	۰/۳ » ۰/۷ » ۲ر۴ » ۲۴ »	۱۴۵۰	۲۶۴۲
۱۷	۰ر۳ » ۰ر۷ » ۲ر۷ » ۲۷ »	۱۴۷۰	۲۶۷۸
۱۸	۰ر۳ » ۰ر۷ » ۳ر۱ » ۳۱ »	۱۴۹۰	۲۷۱۴

دنبالهٔ جدول یازدهم ـ ترکیبات شیمیائی و درجات گداز مخروطهای زیگر

نمره مخروط	فورمول ترکیب شیمیائی مخروطها که بوسیله زیگر، هشت، کرامر داده شده	درجه گداز بسانتیگراد	درجه گداز بفاهر نهایست
۱۹	۰ر۳ K_2O ۰ر۷ CaO ۳ر۵ Al_2O_3 ۳۵ SiO_2	۱۵۱۰	۲۷۵۰
۲۰	۰ر۳ » ۰ر۷ » ۳ر۹ » ۳۹ »	۱۵۳۰	۲۷۸٦
۲۲	۰ر۳ » ۰ر۷ » ۵ر٤ » ۵۹ »	۱۹۰۵	۲۸۹٤
۲٦	۰ر۳ » ۰ر۷ » ۷ر۲ » ۷۲ »	۱٦۵۰	۳۰۰۲
۲۷	۰ر۳ K_2O ۰ر۷ CaO ۲۰ر۰ AL_2O_3 ۲۰۰ SiO_2	۱٦۷۰	۳۰۳۸
۲۸	AL_2O_3 ۱۰ SiO_2	۱٦۹۰	۳۰۷٤
۲۹	AL_2O_3 ۸ SiO_2	۱۷۱۰	۳۱۱۰
۳۰	» ٦ »	۱۷۳۰	۳۱٤٦
۳۱	» ۵ »	۱۷۵۰	۳۱۸۲
۳۲	» ٤ »	۱۷۷۰	۳۲۱۸
۳۳	» ۲ر۵ »	۱۷۹۰	۳۲۵٤
۳٤	» ۲ر۰ »	۱۸۱۰	۳۲۹۰
۳۵	» ۲ر۰ »	۱۸۳۰	۲۳۲٦
۳٦	AL_2O_3 ۲ر۰ SiO_2	۱۸۵۰	۳۲٦۲
٤۲	AL_2O_3	۲۰۵۰	۲۷۲۲

Secer - ۱ Hescht - ۲ Cramer - ۳

صنعت مواد نسوز در ایران

از جمله صنایعیکه شاداوده آن درزمان سلطنت رضا شاه فقید ریخته شدصنعت مواد نسوز بود،زیراتأسیس و پیدایش کـارخانجات جدید و کارگاههـای فنی و صنعتی ضرورت این صنعت را ایجاب مینمود بویژه آنکه کلیه اینگونه محصولات را باقیمتهای گزاف ازاروپا خریداری میکردند .

اداره کل معادن که ازمهمترین و بزرگترین مصرف کننده مواد نسوز برای تأسیسات فنی و گداز فلزات خود بشمارمیرفت به اهمیت این موضوع بزودی پی برد و درصدد کشف معادن مواد نسوز درنقاط مختلف کشور برآمد و درنتیجه اکتشافات که باکمال تاسف پس ازشهریور ۱۳۲۰ باینطرف موقوف گردید توانست معادن مواد نسوز مختلفی،اسید قلیائی وخنثی ـ پیدا کند و اززمرهٔ ذخائر کشوری محسوب دارد .

آزمایشهای لازم برای مناسب بودن مواد اکتشاف شده و تبدیل آنها به مواد پخته وتهیه شده درآزمایشگـاه اداره کل معادن سابق وهمچنین در آزمایشگاههـای آلمان بعمل آمد و نتایج رضایت بخشی حاصل شد .

معادن مواد نسوزیکه اکتشاف گردیده عبارتند از :

۱ ـ رگه‌های سیلیکوآلومین [۱] در کوه بی‌بی شهربانو نزدیك تهران که برای ساختن خاك و مواد نسوز صنعتی ازنوع (شاموت) [۲] بسیار مناسب است .

۲ ـ معدن سیلیس غیرمتبلوربیشکل [۳] درپوزباشی چای (بین قزوین وزنجان) که برای ساختن آجرهای سیلیسی بسیارمناسب میباشد .

۳ ـ در پیازی نزدیك فریمان خراسان معدن سنگ منیزیت [٤] کشف گردیده که محتوی۹۸٪ منیزی خالص بوده و برای ساختن آجرهای قلیائی بسیاررضایت بخش است

٤ ـ معدن کرومیت [٥] درفرومد مجاورمعدن مس عباس آباد (راه مشهد) پیدا شد که برای تهیه خاك و آجر نسوز خنثی بسیار خوب است .

٥ ـ لایه های دولمیت [٦] قصرفیروزه نزدیك تهران که برای ساختن مواد نسوز قلیائی بمنظورمصرف در کوره‌های گداز آهن بسیار خوب هستند .

Magnesite–٤ Amorphous silica–۳ Schammott–۲ Silico – alumin –۱
Dolomite –٦ Chromite – ٥

٦ ـ خاك نسوز اعلا در گن آباد خراسان که ازحیث ترکیب شبیه به خاك نسوز معدن امین آباد کوه بی بی شهربانو است .

کارخانه آجر نسوز امین آباد ـ برای بهره برداری از رگه های نسوز کوه بی بی ـ شهربانو بطور صنعتی کارخانه آجر نسوز امین آباد در ۱٤ کیلومتری جنوب غربی پایتخت تأسیس گردید . مواد اولیه اینکارخانه برای آجر های شاموت [1] از رگه های سیلکو آلومین کوه بی بی شهربانو استخراج و بدست میآید و باوسائل حفاری خیلی محدود استخراج روزانه درحدود ٥ تن مواد اولیه میباشد . این مواد در کارخانه تحت عملیات شکستن ـ خورد و نرم کردن در آمده و پس از جور کردن ، مقداری را با پرس فشرده ودر قالب های مخصوص بصورت آجر در میآورند و مقداری هم بادست در قالب های چوبی فشرده شده و بشکل آجر های مخصوص ساخته میشوند . سپس آنها را در کوره های آجر پزی موفل [2] که بوسیله سوخت مایع (نفت سیاه) گرم میشوند تا گرمای ۱۸۰۰ درجه سانتیگراد می پزند که کاملا پخته شوند: بعداً درخود کوره متدرجاً سرد کرده و بتدریج بیرون آورده ودر اطاقی انبار میکنند .

دراین کارخانه ازاین مواد دو نوع آجر ساخته میشود که مشخصات نوع اول عبارتست از :

نقطه گداز بالاتر از ۱۷۰۰ درجه سانتیگراد ـ ترکیب شیمیائی SiO_2 ٪٤۹/۷۰ ٪ Al_2O_3 ٪٤۷/٥ ـ FeO ۰/۰۲ ـ CaO ۰/۰۱/٥ ـ MgO اثر ـ مقاومت میکانیکی ۱۲۰ کیلوگرام درسانتیمتر مربع

نوع دوم دارای این مشخصات میباشد نقطه گداز ۱٥۰۰ ـ ۱۷۰۰ درجه سانتیگراد ترکیب شیمیائی ـ SiO_2 ٪٤۸/٥۱ ـ Al_2O_3 ٪٤۲/۳٦ ـ FeO ٪۷/۸۰ ـ $Ca\ O$ ٪۰/۱۳ ـ MgO اثر ـ مقاومت میکانیکی ۱۸۰ کیلوگرام درسانتیمتر مربع

آجرهای مزبور فقط ازنقطه نظرخواص نسوز بودن وتاب آوردن در برابر گرما بکارمیروند و تابحال از نقطه نظر تأثیرات شیمیائی سر باره ها و فضولات مواد گداخته درکوره های گداز فلزات تحت آزمایش دقیق قرار نگرفته اند. دراین کارخانه اضافه بر

۱ ـ Schammotte   ۲ ـ Muffle

آجرهای نسوزفوق‌الذکر مقدار کمی آجرهای کرومیتی خنثی که ماده معدنی آنرا از کرومیت‌عباس‌آباد میآورند می سازند ولی نظر بگرانی بها مواردااستعمالی درتأسیسات فنی این کشورهنوز پیدانکرده است

ازمواد نسوزقلیائی پیازی نزدیك‌مشهدودولومیت نزدیك‌قصرفیروزه‌درشمال‌شرقی تهران نیز مواد نسوزی ساخته شده‌ولـی چون موارد استعمالی ندارند بطور معمول ساخته نمیشوند مگراینکه از طرف‌بنگاه یا مؤسسات فنی بکارخانه سفارش مخصوص برسد دراینصورت طبق تقاضا عمل میشود .

فصل ششم

کوره‌های صنعتی

کوره هائیکه در گداز فلزات و عملیات مربوطه بمنظور استخراج فلزات از مواد اولیه و در آوردن آنها بشکل محصولات تمام شده بقدری متنوع و مختلف چه از حیث اشکال ساختمانی و چه از حیث انواع سوختهائی که در آنها بکار میروند میباشند که هرگونه تقسیم و درجه‌بندی کافی و جامع نخواهد بود زیرا واژه کوره باندازه منبسط گشته ومفهوم زیادی پیدا کرده که تعریف مطلق کوره چندان کاری آسانی بنظر نمیرسد.

بعضی از متخصصین گداز فلزات کوره‌ها را برحسب نوع سوختی که در آنها استعمال میشود دسته بندی نموده و کلیه کوره‌ها را به چهار دسته بزرگ تقسیم میکنند.

۱ـ کوره‌هائیکه سوخت جامد بکار میبرند.
۲ـ کوره‌هائیکه سوخت مایع بکار میبرند
۳ـ کوره‌هائیکه سوخت گازی بکار میبرند
٤ـ کوره‌های الکتریکی

عده‌ای دیگر معتقدند که چون ممکن است در یك کوره با اندك تغییری چند نوع سوخت بکار برد لذا بهتر است کوره ها را بر حسب وضعیت قرار گرفتن وتماس سوخت ومحصول احتراق آن نسبت به بار کوره دسته‌بندی‌نمود. طبق این اساس تقسیم بندی کوره‌ها عبارتست از:

۱ ـ کوره‌هائیکه در آنها سوخت تماس مستقیم با بار کوره دارد.
۲ـ کوره‌هائیکه در آنها خود سوخت با بار تماس مستقیم ندارد ولی درعوض محصول

احتراق آنها تماس دارد .

۳ ـ کوره هائیکه در آنها نه سوخت و نه محصول احتراق آن با بار کوره تماس دارد .

چون در دسته بندی اولی اصول تقسیمات دومی نیز مراعات میشود لذا طرز تقسیم بندی اولی را مأخذ قرار داده و اینك بشرح آن میپردازیم .

۱ ـ کوره هائیکه سوخت جامد بکار میبرند ـ این کوره ها که در آنها زغال سنك ـ زغال چوب ـ کاك ـ بریکت و یا چوب بشکل ماده سوختنی استعمال میشوند بچندین دسته کوچك تقسیم شده :

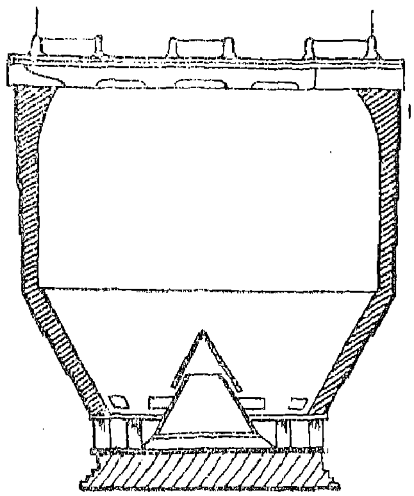
الف) ـ کوره هائیکه ارتفاع و بلندی آنها بمراتب زیادتر از قطر و عرض آنها میباشد: مانند کوره های استوانه یا برجی؛ چه آنهائی که با دم کار میکنند از قبیل کوره بلند گداز آهن و کوره بلند و انرژاکت و چه آنهائی که با هوای طبیعی و بدون دم کار میکنند، مانند کوره آهك پزی و گچ پزی که باصطلاح به کیلن معروفند .

ب) ـ کوره هائیکه طول آنها از عرض بیشتر و موادیکه در آنها برای عملیات متاللورژی قرار میگیرد با خود سوخت تماس نداشته وفقط با محصول احتراق سوخت تماس دارند: مانند کوره های شعله یارووربر؛ چه آنهائیکه برای تکلیس و تشویه بکار میروند وچه آنهائیکه در آنها عملیات گداز و آب کردن انجام میگیرد .

ج) ـ کوره هائی که مواد در آنها نه با سوخت و نه با محصول احتراق آن در تماس است و عملیات لازمه بوسیله گرمای پرتوئی و هدایتی صورت میگیرد مهمترین انواع این کوره ها عبارتند از کوره موفل ـ کوره بوتهٔ و کوره های تبخیر و تقطیر یعنی کورهٔ قرعی .

کوره های آهك پزی ـ (KILN) در کارهائی که نیاز بگرمای زیاد ندارد و مواد اولیه بشکل قطعه و یا قلوه سنك میباشد مانند قطعات سنك آهك ؛ سنگ گچ و سنك آهن ، کوره های استوانه یا برجی بکار میروند که به کیلن معروف شده اند وعموماً استوانهٔ بوده وقسمت فوقانی آنها کاملا مستقیم ولی قسمت تحتانی آنها بشکل مخروط

ناقص واژگونی در آمده است. جدار خارجی از قطعات آهن چکش خوار و یا پولاد پرچ شده و جدار درونی از یك طبقه مواد نسوز درجه دوم و سوم برحسب درجات گرمائیکه باید تحمل کند پوشش یافته است. درمرکز قاعده کوره مخروط آهنی دیگری طوری قرار گرفته که مواد محتوی کوره میتوانند پس از خاتمه عملیات حرارتی بسهولت از کناره‌های آن بخارج کوره ریخته شوند و ضمناً هوای موردلزوم جهت ادامه احتراق از درون منافذ راس مخروط بدرون توده وارد شود (شکل ۲۱)



شکل ۲۱- برش قائم کوره آهك پزی

مواد خام وسوخت را به نوبت در اندازه‌های معین با دست و یا با وسایل بارگیری میکانیکی بداخل کوره ازقسمت فوقانی آن ریخته و پس از خاتمه تکلیس ازقسمت تحتانی خارج میکنند. مصرف سوخت دراین نوع کوره‌ها عموماً کم و برای آهك پزی درحدود $\frac{1}{2}$ بار و برای تکلیس سنگ آهن $\frac{1}{25}$ بار و برای مواد گوگردی فقط مقدار کمی برای آغاز عمل و شروع احتراق لازم است.

کوره بلند گداز آهن (۱)- اگرچه از حیث صورت ظاهری کوره بلند ذوب

۱- Blast furnace

آهن و فلزات دیگر شباهت زیادی به کوره آهنگری استوانهٔ دارد ولی دراین کوره اولا هوا را باید بوسیله دم های مخصوص بدرون کوره دمید و دیگر آنکه سوخت زیادتری استعمال میشود و مواد اولیه در آن گداخته شده و بشکل مایعات گداخته از منافذ بخصوص خارج میگردد و اغلب آنها بطور دائم باید کار کنند

بطور کلی کوره‌های بلند گداز آهن از سه قسمت اصلی که موسوم بقسمت فوقانی و وسط و قسمت تحتانی میباشند تشکیل شده است و اینك هر قسمت تشریح میگردد .

۱ ـ قسمت فوقانی کوره بلند از یك استوانه که معروف به بدن میباشد تشکیل شده خارج آن از ورقهای آهن یا پولاد کلفت بهم پرچ شده ساخته شده و جدار درونی از چندین ردیف آجرهای نسوز سیلیسی که درجه نسوزندگی آنها از دهانه کوره به پائین تغییر میکند پوشش شده و تمام این قسمت (بدن [۱]) یا سینه کوره بر روی ستونها آهنی عظیمی طوری قرار گرفته که در موقع لزوم میتوان بسهولت و آسانی قسمت‌های وسط و قاعده کوزه را از این قسمت مجزا نمود بدون اینکه کوچکترین آسیبی بقسمت بدنه وارد آید .

۲ . قسمت وسط کوره که به شکم [۲] نامیده شده است از یك مخروط ناقص و اژگونی ساخته شده بطوریکه قاعده بزرگتر آن بر روی انتهای بدنه یا سینه منطبق است

مصالح ساختمانی آن آهن یا پولاد ورق ضخیم ؛ وجدار درونی از آجرهای سیلیسی بسیار اعلی در چندین ردیف پوشش شده زیرا بیشتر فعل و انفعالات شیمیائی که برای استخراج فلز از مواد کانی و نا خالصیها صورت میگیرد در این قسمت از کوره وقوع مییابد .

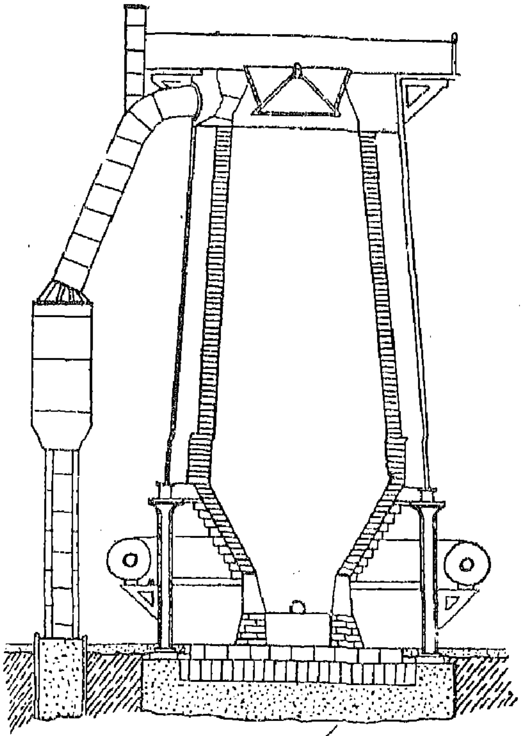
۳ ـ قسمت تحتانی که موسوم به بوته [۳] میباشد از یك استوانهٔ ساخته‌اند که درون آن مانند چاهی از چندین ردیف آجر نسوز بسیار اعلی پوشش شده

مواد گداخته چه فلزی و چه سربار در این قسمت گرد آمده و بوسیله مجرا و منافذی مخصوص بخارج جاری میگردد.

قاعده بوته دایره شکل و در بالای این قسمت نزدیك اتصال قسمت تحتانی بقسمت

Hearth – ۳ Bosh – ۲ Shaft – ۱

وسط یاشکم کوره لوله‌های دم [۱] قرار گرفته اند که از آنها هوادر تحت فشار بدرون کوره دمیده میشود و بدین لحاظ این کوره ها را کوره‌های بادم نیز مینامند.



۲۴) - کوره بلند

شکل ۲۲- برش قائم کوره بلند گداز آهن

کوره گداز آهن از آغاز انقلاب صنعتی تا بامروز تغییرات وتحولات زیادی داشته وشکل نهائی امروزه کوره نتیجه سالها آزمایش و عمل میباشد . مشخصات مهم کوره از اینقرار است :

هرگاه بزرگترین قطر کوره که درقسمت اتصال بدنه باسینه به شکم است یك فرض شود دراینصورت قطر دهانه کوره ۰/۷۵ وقطر بوته یعنی جائیکه مواد گداخته جمع میشود ۰/٤ وارتفاع آن ٤-٦ برحسب ظرفیت میباشد . زوایه شکم باقسمت فوقانی یعنی بدنه در حدود ۷۵-۸۰ درجه است . جزئیات ساختمانی کوره بلند بطور تفصیل در بخش دوم ذکر شده

۱- Tuyere

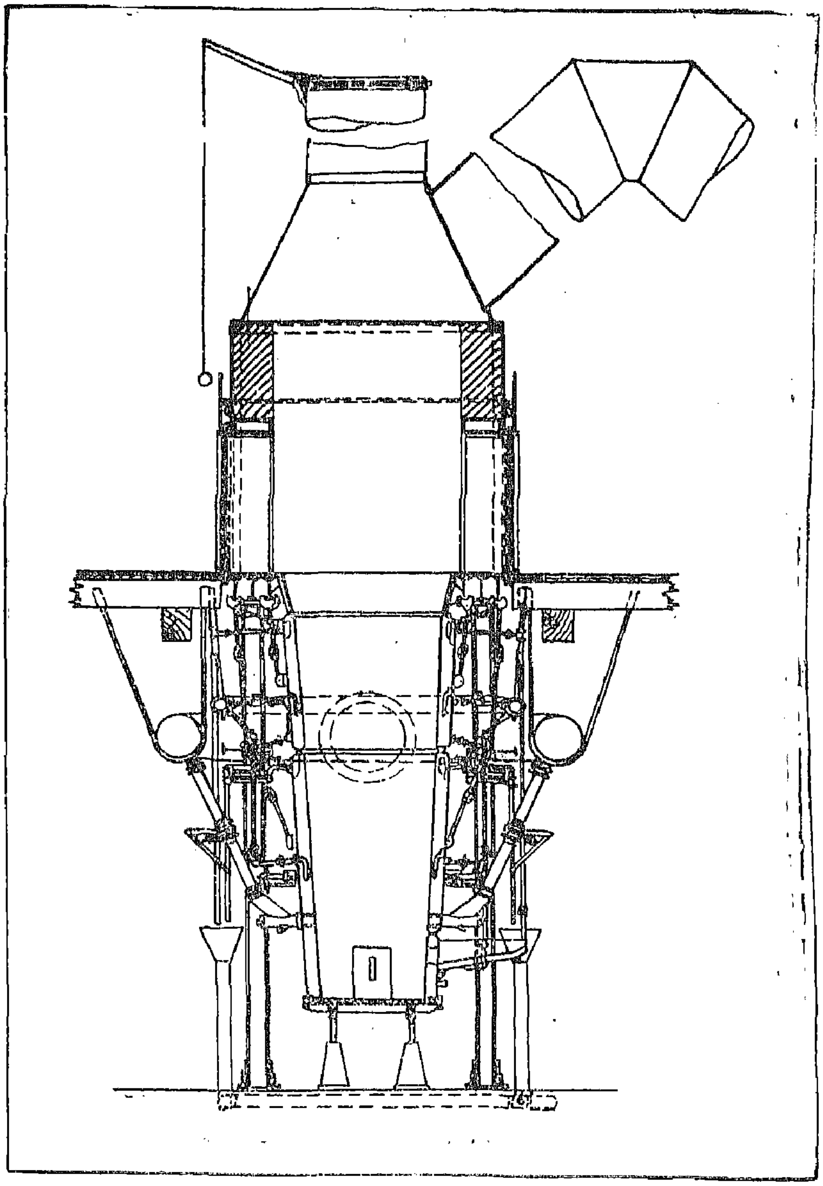
باوجودیکه کربن در کوره بلند بیشتر تبدیل به اکسیددو کربن میگردد و فقط $\frac{1}{3}$ گرمای احتراق حاصل میشود معذلك از نقطه نظر مقدار مصرف سوخت و عملیات گداز، کوره بلند از تمام کوره‌های دیگر باصرفه‌تر وقرین باقتصاد میباشد زیرا میتوان از گرمای گازیکه از دهانه کوره متصاعد میگردد بوجه احسن درقسمت های تابعه کارخانه گداز آهن استفاده کرد . سوخت کوره بلند ممکن است زغال چوب یا کاك باشد و اندازه و ظرفیت کوره باید طوری در نظر گرفته شود که وزن وفشار بار قطعات کاك و یازغال چوب را خرد نکند و مانع جریان دم ازپائین به بالا نگردد والا کار کوره رضایت بخش نخواهد بود .

کوره‌های بلندی که در آنها زغال چوب بمنزله سوخت بکار میرود بـه بلندی ۱۰/۵ ـ ۱۳ متر و آنهائیکه با کک کار میکنند بلند تـر وتـا بلندی ۲۵ـ ۳۰ متر ساخته شده اند .

کوره واترژاکت Water – Jacket ـ کوره‌های بلندی که ارتفاعشان کمتر از ارتفاع معمولی کورهای گداز آهن بوده وقسمت شکم آنها از ژاکت ساخته شده موسوم به کوره واترژاکت میباشند .قسمت شکم این نوع کوره‌هارا ازدو صفحه آهن دولائی توخالی که مانند کیسه آب گرم است میسازند ودرموقع عمل دائماً آب سرد در درون آنها جریان دارد آب ازمنفذ تحتانی ژاکت داخل شده وازمنفذ فوقانی بشکل آب جوش خارج میشود و مقداری از گرمای درونی کوره را باخود بهمراه می‌آورد . درقسمت درونی ژاکت دیگر مواد نسوزی بعنوان پوشش در ونـی بکار نمیرود زیرا جریان آب سرد این وظیفه را انجام میدهد و سطوحی کـه بامواد نسبةً گداخته در تماس است سرد میکند .

کورهای واترژاکت را بیشتر در گداز اولیه مواد کانی مس وسرب و آنتی موان بکار میبرند زیرا دراستخراج مس وسرب ازمواد کانی طبیعةً سر باره‌ای بوجود میآید که بسیار تباه کننده مواد نسوز یکه بشکل پوشش درون قسمت کوره قرار گرفته با سرعت خورده میشوند و برای صرفه جوئی در مواد نسوز، ژاکت بکار میبرند و بوسیله جریان آب

سرد در درون ژاکت آهن دولائی مانع خورده و سوراخ شدن ژاکت میگردد



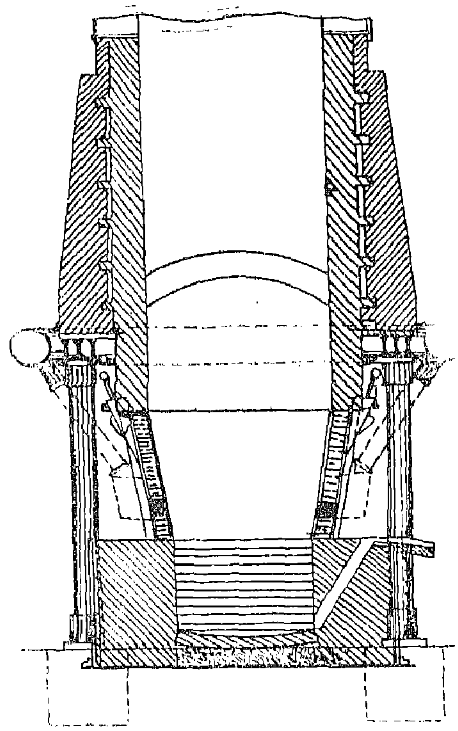
شکل ۲۳ — کوره بلند واتر ژاکت برای گداز مواد اولیه مس

ب ـ کوره های شعله‌ای (رور بر (۱)) ـ بطوریکه قبلاً ذکر شد در این نوع کوره‌ها مواد اولیه در کوره فقط با محصول احتراق سوخت در تماس مستقیم بوده و با خود سوخت

---

۱ - Reverberatory

کاری ندارند بدین جهت کوره‌های شعلهٔ را از دوقسمت یا دو اتاق میسازند که اولی به اتاق‌سوخت ودومی‌به‌اتاق گدازو عملیات موسوم اند .

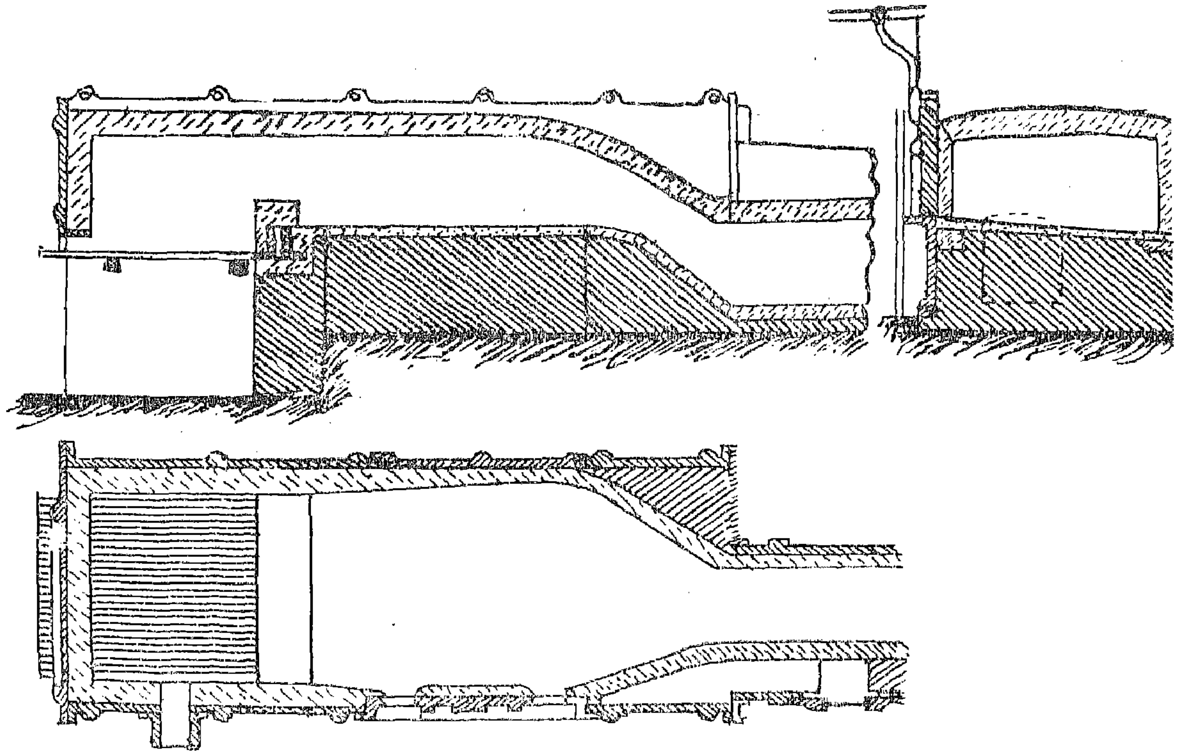


شکل ۲٤ — یك نوع دیگراز کوره بلند واتر ژاکت برای گدازسرب‌موادمعدنی

دو اتاق نامبرده بوسیله یك دیوار کوتاهی‌که به پل آتش نامیده شده است از یکدیگه مجزا میباشند . در انتهای اتاق ذوب وعملیات منفذی قرار گرفته که کوره‌را به دودکش متصل میسازد .سقف هردو اتاق قوسی شکل و طوری ساخته شده اند که بلند ترین نقطه آن ازکف کوره بر روی پل آتش وهر قدر به‌منفذ دودکش نزدیك میشود ارتفاع قوس ازکف کوره کمترمیگردد وشکل آن مورب میشود .

نشیب و سرا زیری سقف را ازاین لحاظ میسازند که شعله محصول احتراق از سطح‌درونی سقف‌بطرف کف‌کوره منعکس شود وبدین‌جهت‌در اصطلاح فنی این کوره هارا کوره‌های‌منعکس کننده (رور بر)مینامند

برای اینکه دیوار های جنبی کوره بتوانند فشار قوس سقف را بخوبی متحمل شوند آنهارا بوسیله تیر های آهنی بشکل T یا L مستحکم مینمایند. قسمت تحتانی اتاق گدازوعملیات را معمولا خالی میگذارند تا اینکه درموقع لزوم دست رسی بآن داشته باشند و برای تعمیر و کارهای جزئی تمام ساختمان کوره را خراب نکنند.

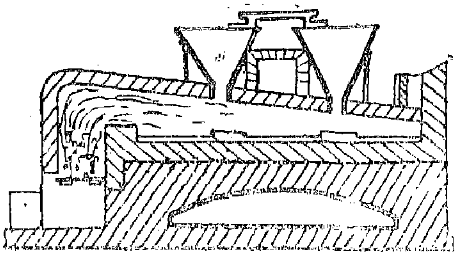


کوره روبر یا شعله

شکل ۲۵ — برش قائم و افقی یك کوره شعلهٔ (روربر)

تعداد درب های کوره را برحسب کاریکه در کوره صورت میگیرد تعین میکنند زیرا کوره‌های شعله ای را معمولا برای دو منظور میسازند اولی برای تشویه و تکلیس ودوم برای گداز واحیاء فلزات ازمواد اولیه. باز بر حسب این دومنظور اندازه وابعاد

اتاق سوخت و اتاق گداز و جزئیات ساختمانی دیگر کوره تغییر میکنند . مثلا اگر کوره شعله ای را برای تشویه و تکلیس مواد معدنی بسازند باید کف اتاق دوم که در آن عملیات نامبرده وقوع مییابد نسبة صاف و هموار بوده و از آجرهای نسوز درجه دوم که بادقت زیاد چیده شده و پهلوی یکدیگر قرار گرفته‌اند پوشش شود و دربهای کار راطوری در جدار کوره تعبیه نمایند که کارگر بسهولت و آسانی بتواند مواد مورد تشویه را بداخل کوره ریخته، باپاروهای مخصوص خوب بهم زده و غلطانیده و پس از خاتمه کار بیرون آورد .شکل اتاق گداز و عملیات مستطیل وطول آن نباید بیش از ۵متر باشدزیرا گرم کردن آن مشکل خواهد شد و گرمای لازمه بهمه نقاط کوره نمیرسد و یکنواخت نخواهد بود . ازطرفی دیگر پهنای کوره نباید بیش از ۳متر باشد تااینکه کارگر بتواند موادرا باسانی بهم زده و مخلوط سازد .



شکل ۲۶ — برش قائم یك کوره کوچك شعلهٔ

در کف کوره شعلهٔ تشویه (۱) راگاهی اوقات دو یا سه پله کان عریضی قرار میدهید برای اینکه مواد مورد تشویه را تدریجاً حرارت دهند.یعنی ابتداءآ نهاراروی پله کان آخری که نزدیك منفذ دودکش واقع است ریخته و بتدریج و پله پله آنها را بطرف پل آتش ومنبع حرارت نزدیك کنند .

کوره‌های شعلهٔ که جهت گداز وعملیات احیاء فلزات بکار میروند دارای اطاق گداز کوچکتر و کف آنها منتهی بفرورفتگی ویاگودالی میشود که در آن مواد گداخته گردآمده وبوسیله سوراخ یا منفذ معینی بخارج انتقال مییابد . قبل از شروع عملیات گداز معمولا کف این نوع کوره ها راازمقداری سرباره کهنه پوشانیده وحرارت داده و

۱— Roasting furnace

باین وسیله یك سطح عایقی برروی آجرهای نسوزمیسازند تا اینکه فلزات گداخته بجسم مواد نسوز نفوذ نکند وازتعداد آنها هردفعه کاسته نشود.

گاهی اوقات درقسمت تحتانی کف کوره یك صفحه کلفت آهنی جا میگذارند و روی آن مواد نسوزرا چیده و کف کوره راجهت عملیات بعدی آماده مینمایند . مساحت و اندازه اتاق سوخت برحسب نوع وجنس زغال سنگ وسوختهای دیگر تغییر میکند وایضاً مقدار سوخت که ممکن است بمصرف برسد برحسب نوع آن و مقدار هوای احتراق متفاوت است.البته پرواضح است هرقدر مقدار هوا بیشتر باشد عمل احتراق سریعتر انجام میگیرد وهوای کوره اکسیدآن میگردد؛ازطرفی دیگرضخامت واندازه طبقه زغال سنگ که روی میلههای اجاق دراطاق سوخت قرار گرفته است اهمیت زیادی دارد ونباید ازحدود ذیل تجاوز کند. برای زغال سنگ خوب قیردار بین ۵ـ۱۲ سانتی متر وبرای زغال سنگ قهوهای ونارس بین ٦ ـ ۱۸ سانتیمتر باید باشد .

هوای درونی کوره را میتوان برحسب احتیاج اکسیدان [۱] ویااحیاء[۲] کننده نمود،مثلا اگرهوائیکه برای احتراق سوخت بکوره داده میشود زیاده ازحدلازم باشد احتراق بصورت کامل انجام گرفته ودرنتیجه اتمسفر اطاق گدازوعملیات کاملا اکسیدان میباشد درصورتیکه مقدارهوای لازم کمتر باشد احتراق ناقص وقوع میبابد واکسید دوکربن زیادترهوای اطاق گدازرا احیاء کننده میسازد .

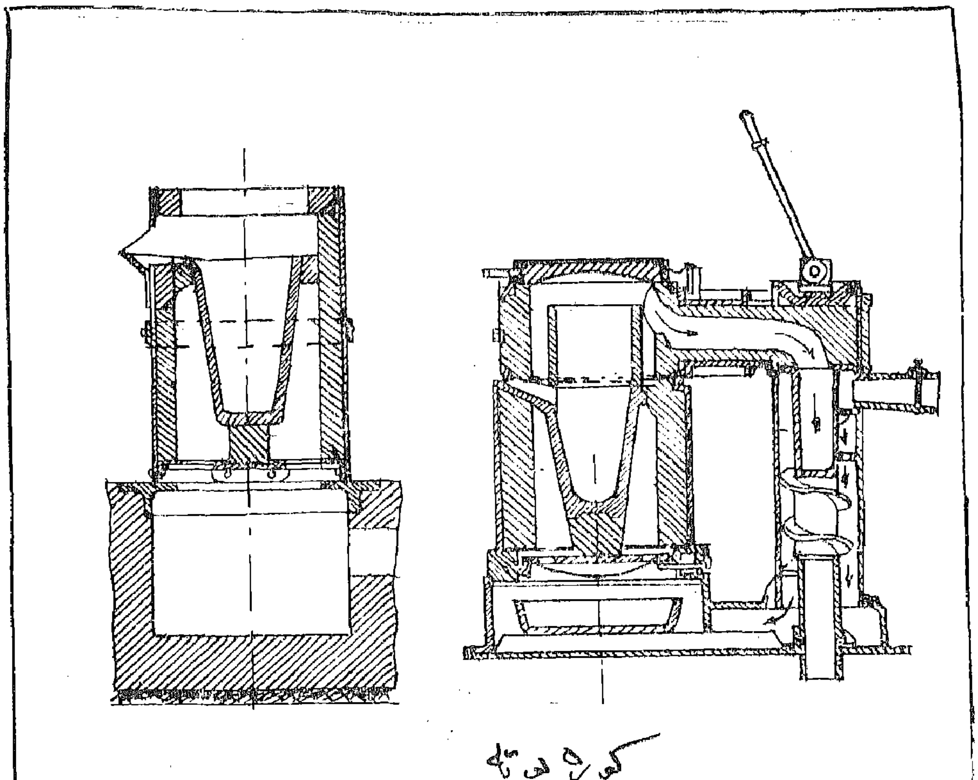
Reducing atmosphere –۲ Oxidising atmosphere -۱

جدول (۱۳)- اندازه و ابعاد قسمتهای مهم بعضی از کوره‌های شعلهٔ

وابعاد واندازه	کوره شعله بودلاژ	کوره شعله تشویه مواد مس‌دار	کوره شعله گدازمس	کوره شعله گدازسرب	کوره کوپلاسیون	کوره تصفیه مس با زغال سنك	کوره تصفیه مس باچوب
اتاق سوخت							
طول	۵ر۳متر	۳متر	۴متر	۵ر۲متر	۹ر۱متر	۵ر۳متر	۷۵ر۳ متر
عرض	۴ر۲متر	۵متر	۴متر	۴متر	۲متر	۴متر	۵ر۴متر
مساحت	۷۵ر۸ متر	۱۵ «مربع	۱۶ «مربع	۱۰ «مربع	۸ر۳ مترمربع	۱۴ «مربع	۹ر۱۶متر
اتاق گداز و عملیات							
طول	۶متر	۱۹متر	۱۳متر	۱۱متر	۵ر۲متر	۱۴متر	۵ر۱۳متر
عرض	۷۵ز۳متر	۱۱متر	۹متر	۱۰متر	۴متر	۵ر۹متر	۰ر۹متر
مساحت تقریبی	۲۰مترمربع	۲۰۰ «مربع	۱۱۲مترمربع	۱۰۴مترمربع	۱۰مترمربع	۱۳۳مترمربع	۵ر۱۳۱ متر
ارتفاع سقف روی پل آتش	۱متر	۵ر۱متر	۶۲ر۱متر	۸ر۰متر	۸ر۰متر	—	—
نسبت مساحت اتاق سوخت به اتاق گداز	۱ / ۲ر۳	۱ / ۱۳	۱ / ۷	۱ / ۱۰/۴	۱ / ۳		

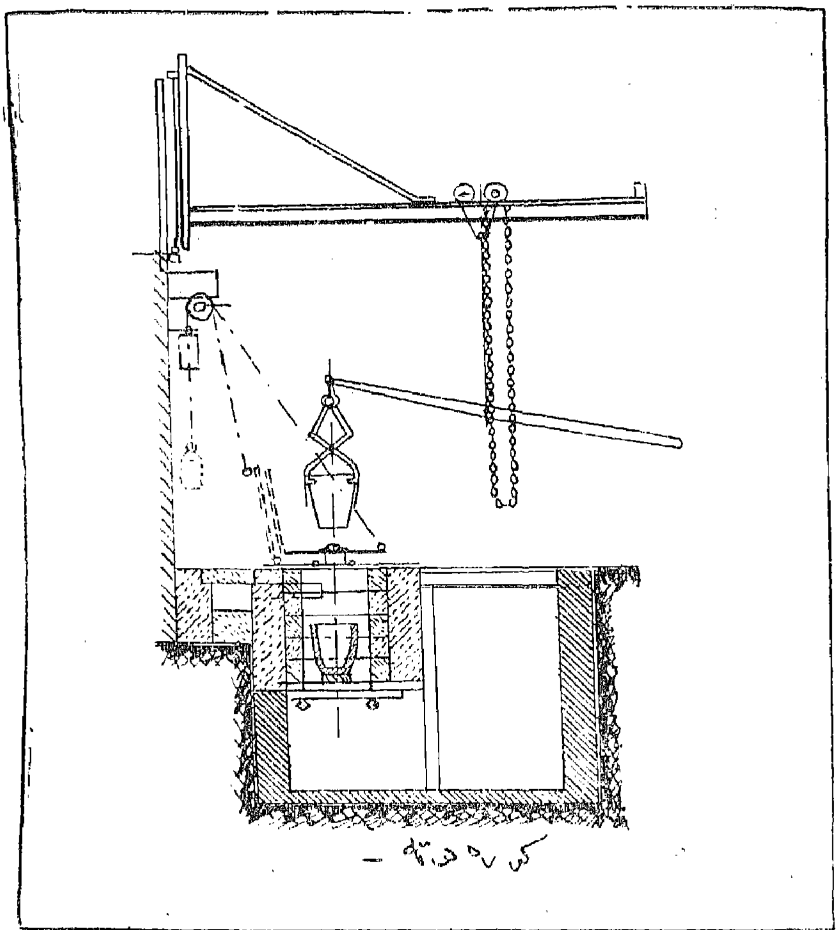
در کوره‌های شعله‌ای سوختی باید بکاررود که شعله دراز داشته باشد که بتواند باخود گرمای احتراق را بطرف ناحیه گداز ببرد و بدین لحاظ اگر سوخت مایع و یا گازی در دسترس باشد مناسبتر از سوخت جامد خواهد بود. گاز و محصولات احتراق آن پس از دادن مقداری از گرمای خود بکوره ناچاراً از منفذ دودکش خارج میشوند و مقدار معتنابهی از گرمای مفید بیهوده تلف میشود و بازده (EFFICIENCY) حرارتی کوره های روربر بین ۱۰ - ۲۰٪ میباشد و نسبت بکوره بلند خیلی پست است.

ج - **کوره‌های بوته‌ای**(۱) - کوره‌های سربسته که در آنها مواد بهیچوجه باسوخت و بامحصول سوخت تماس ندارد شامل کوره‌های بوته کوره موفل و کوره‌های قرعی برای تبخیر و تقطیر میشوند.



شکل ۲۷- کوره بوته

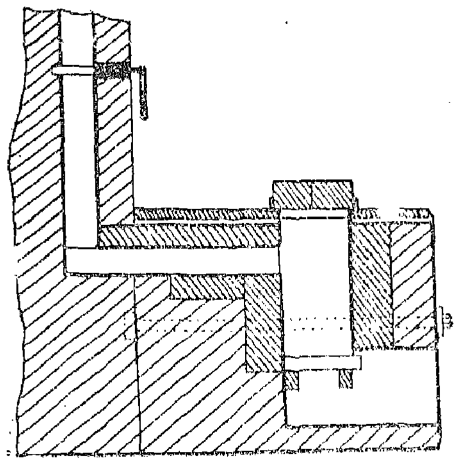
۱- Crucible furnace



شکل ۲۸- نوع دیگر کوره بوته

کوره‌های بوته‌ای که برای گداز فلزات ، ساختن همبسته‌های مختلف و ساختن پولادهای ویژه بکار میبرند معمولا ازیك بوته و یك اطاق یا پله کان مستطیل یا بیضی شکلی تشکیل یافته که قاعده آن منتهی به میله‌های اجاق گشته ودرون آن بوته روی کك گداخته قرارمیگیرد درنزدیك قسمت فوقانی کوره منفذی به دودکش جهت کشش محصول احتراق وتهویه ساخته شده و هوای طبیعی از زیر اجاق بدرون کوره رفته واز دودکش بالامیرود و بوته را گرم میکند. بوته هارا معمولا از گرافیت و خاك رس نسوز

در خارج ساخته و موادیکه باید در آن گداخته شود بدرون آن گذاشته و بوسیله انبر مخصوص برداشته و دروسط آتش افروخته میگذارند. در بعضی عملیات باید بوته را کاملا پوشانید و باگل محکم مسدود ساخت تا مواد درونی نه باسوخت و نه با محصول احتراق آن تماس داشته باشد. احتراق در کوره های بوته اغلب بطور ناقص انجام میگیرد و اتمسفر کوره بیشتر احیاء کننده میباشد. بازده گرمائی کوره های بوته از کوره شعله هم کمتر و در حدود ۱۰ ـ ۱۵ درصد است. ازطرف دیگر چون ظرفیت بوته ها محدود است بدین جهت مصرف سوخت آنها نسبةً زیاد است. برای اینکه از مصرف سوخت کاسته شود در بعضی کوره های بوته دم بکار میبرند و درنتیجه دمیدن هوا تحت فشار درجه گرمای کوره زیاد شده و احتراق کامل میشود.

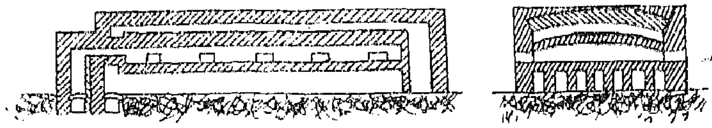


کورهٔ بوته

شکل ۲۹ـ نوع دیگر از کوره بوتهٔ

عیب بزرگ کوره بوته ـ بیرون آوردن بوته پس از خاتمه عملیات جهت ریختن و انتقال مواد گداخته محتوی آن میباشد. اینکار ازطرفی باعث سرد شدن مواد گداخته میشود و از طرفی بوته ترك برمیدارد و امکان شکستن و از بین رفتن محتویات آن همیشه موجود است. این نقص بزرگ اینك بوسیله ساختن کوره های بوته گردان که بیشتر باسوخت مایع و یا گازی کار میکنند مرتفع گشته است.

کوره موفل (۱) ــ در این نوع کوره‌ها آتش در جای مخصوص که زیر بدنه اصلی کوره قرار گرفته است روشن میشود ومحصول احتراق بدور قسمت مرکزی که موسوم به‌موفل‌است رفته و آنرا کاملا احاطه میکند.



شکل ۳۰ــ برش قائم کوره موفل

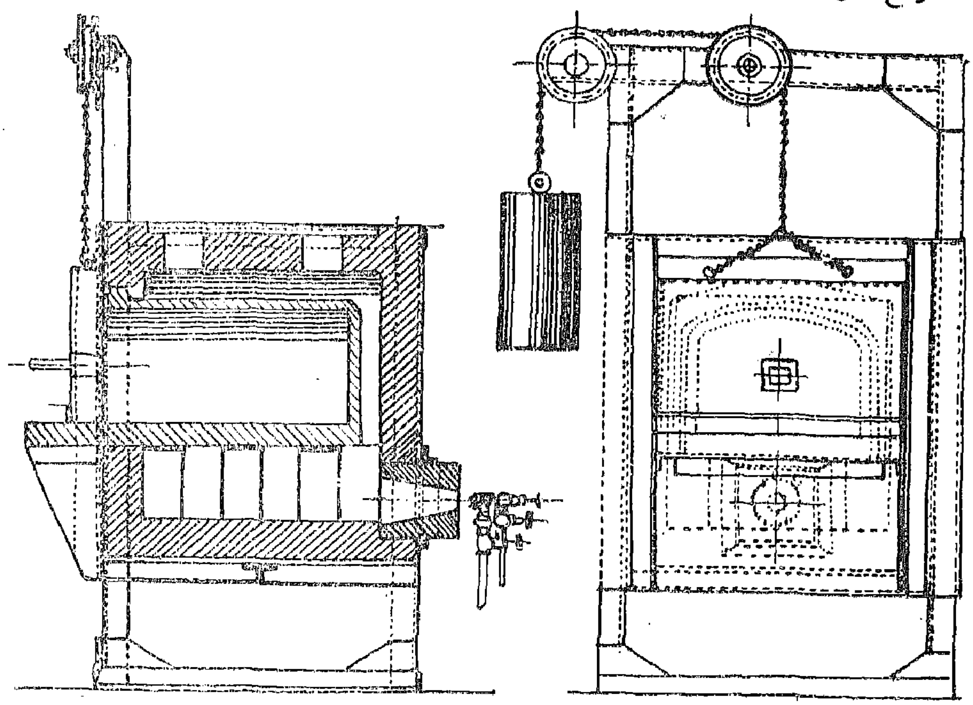
این کوره‌ها برای عملیاتی‌بکارمیروند که نباید باسوخت و نه بامحصول احتراق آن در تماس باشند و فقط از گرمای پرتوئی و هدایتی استفاده نمایند. مانند کوره های کوپلاسیون کوچك که در آزمایشگاه‌ویا برای‌عملیات گرمائی‌پولادهاو غیره‌بکارمیبرند. (شکل ۳۰) یك‌نوع کوره‌موفل‌را نشان‌میدهد.

کوره های قرعی (۲) ــ کوره‌های‌قرعی‌به کوره‌هائی‌اطلاق میشود که اجسام‌در آنها تماماً یا قسمتاً باید ابتدا تبخیر و بعداً تقطیر گردند و مواد تقطیر شده در ظرف دیگری جمع شوند. شکل خارجی آنها یا شباهت به کوره موفل و یا شباهت بیك‌نوع کوره بوته‌ای دارد زیرا موادیکه باید تقطیر شوند‌در بوته قرارداده و بوته را بشکلی در وسط آتش میگذارند. مواد توی بوته پس از گداخته شدن در فضای سربسته مستحیل گشته و درون ظرف دیگری جمع میشود. این نوع کوره ها برای استخراج فلزاتی‌که باید بوسیله تقطیر از مواد کانی بدست آیند زیاد استعمال میشود مانند کوره‌های گداز روی ــ انتی‌موان ــ وجیوه در شکل (۳۲) کوره قرعی که در استخراج فلزروی بکارمیرود دیده میشود.

۴ــ کوره‌هائیکه باسوخت گازی کارمیکنند ــ در آغاز‌اکتشاف گاز های مختلف که بشکل سوخت در کارهای صنعتی بکار میروند کوره‌های متعددی جهت استفاده از گازها ساخته شد و ساده‌ترین انواع آنها کورهٔ شعله (روربر) بود که در

Retort furnace —۲ Muffle furnace —۱

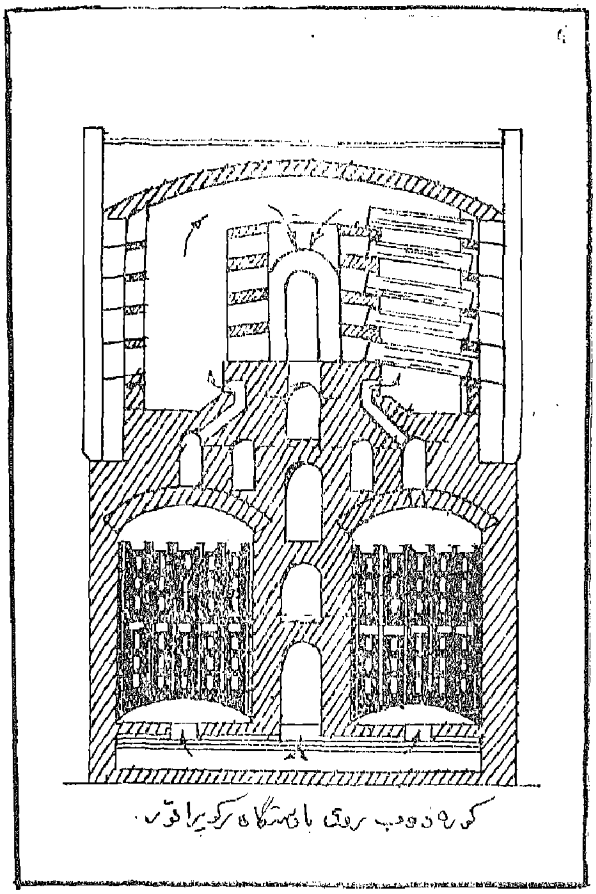
آن اتاق سوخت نسبة باریك و عمیق بود بطوریکه ممکن شود برروی میله های اجاق یك طبقه کلفت از سوخت جامد قرار دارد . بعبارت دیگر اتاق سوخت آن قسمتی ازمولد گاز مولد را تشکیل میداد که گازیکه بدینشکل بوجود میآید مستقیماً بکوره یعنی اتاق گداز و عملیات فرستاده و در آنجا سوخته شود . مهمترین انواع این کورهها موسوم به کوره BOETIUS و BECHEBOUX بودند ولی نظر به کمی کالوری گاز تولیدشده کورههای نامبرده چندان مورداستفاده واقع نگردیده و از بین رفتند تا اینکه زیمنس SIEMENS کوره رکوپراتور یا رژنراتیف خود را اختراع نمود وبدنیای صنعتی عرضه داشت .



شکل ۳۱ - کوره موفل باسوخت مایع

اصول و مبانی رژنراسیون گرما یا بعبارت دیگر حفاظت و صرفهجوئی در گرما بسیار سهل و آسان میباشد. هر کوره شعله که دارای یك اتاق گداز و عملیات است طوری ساخته میشود

که بلافاصله درزیر آن ویا دراطراف آن دستگاه رکوپراتور RECUPERATEUR نیز قرار گیرد. دستگاه مزبور عبارت است ازچهار اطاق مکعب مستطیل شکل، دارای سقف قوسی و داخل آن یعنی در فضای خالی آن آجرهای نسوز را طوری روی یکدیگر قرار میدهند و میچینند که بین آنها منافذی متعددی که شباهت به لانه



شکل ۳۲- یك نوع کوره ایکه با سوخت گازی کار میکند ودر گداز روی معمول است

زنبور دارد تشکیل شود. هوا و گاز بترتیب هر یك از درون یك اتاق از لابلای منافذ متعدد عبور کرده و بکوره وارد شده و آناً مشتعل گشته و گرمای احتراق بمصرف گداختن یا عملیات دیگر که باید در اتاق گداز صورت گیرد میرسد. گازهای متصاعده از درب دیگری خارج شده و قبل از اینکه به دودکش بروند از درون فضا

و منافذمتعددیك‌دسته‌رکو پراتوردیگر که‌قرینه دستگاه‌اولی قرار گرفته عبور کرده‌و در نتیجه‌حرارت‌خودراروی سطوح آجرهادرونی باقی گذارده‌وسپس بدودکش میروند

چون جریان گاز و هوا را هر نیم ساعت به نیم ساعت تغییر میدهند لذا همیشه ازدوجفت‌دستگاه حفاظت گرماهمیشه‌یکدسته گاز وهوائیکه باید‌درکوره سوخته‌شوند گرم‌میکندودسته‌دیگر ازمحصول‌احتراق‌و گرمای‌زیادی گازهای‌متصاعده گرم میشود و آمـاده برای گرم کردن گاز و هوا میباشد . البته این تدبیر باعث شد کـه کالوری گازیکه در کوره سوخته میشود زیاد گردد و این حفاظت گرما کوره های گازی راکامل‌اعملی نمودبطوریکه امروزه بسیاری عملیات استعمال متاللورژی‌و گداز فلزات بدون اینکوره‌ها میسر نمیباشند . مثلا امروز قسمت اعظم پولاد دنیا بطریقـه‌زیمنس مارتن بدست میآیدکه‌دراین کوره‌هاازاصول ومبانی که دربالا ذکرشده‌استفاده‌میشود

کوره زیمنس که درپولاد سازی بطریقه زیمنس مارتن بکار میرود معمولااز سه قسمت اصلی تشکیل‌شده که عبارتند از :

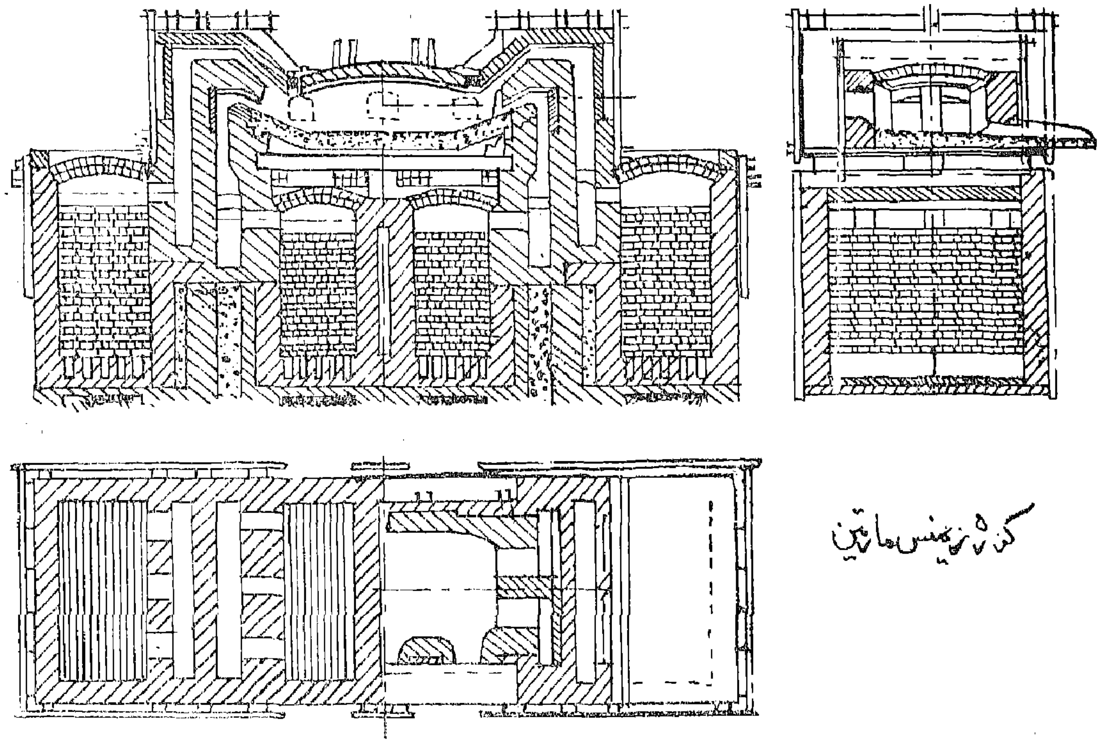
۱ـ دستگاه تولید گاز ۲ـ کوره اصلی گدازوپولادسازی ۳ـ دستگاه‌رکوپراتوریا حفاظت گرما .

دستگاه تولید گاز را در قسمت مواد ها و سوختهای گازی مفصلا شرح دادیم ولی خود کوره زیمنس‌مارتن از یك کوره شعلهٔ (روربر) کـه فقط دارای یك اتاق گداز است تشکیل شده و در عوض اتاق سوخت ، در هر یك‌از دو دیوار طرفین دو دریچه کوچکی موسوم به دریچه هوا و دیگری بگاز ساخته شده که از درون آنها گاز و هوای لازم جهت احتراق گاز ازخارج بکوره فرستاده میشود

سقف کوره‌قوسی‌شکل وازبهترین آجرهای‌سیلیسی‌ساخته‌شده‌است‌درصورتیکه کف کوره‌یا تشت کوره را ازیك لایه‌ماسه ودولمیت وموادنسوز دیگر بر حسب نوع پولادیکه‌درکوره ساخته‌میشود میسازنداین قسمت‌مفصلا درمبحث‌پولادسازی‌در بخش دوم ذکرشده است .

دستگاه حفاظت گرما معمولا دریك‌طبقه زیر کوره ازچهار اتاق که هردو جفت آنها قرینه یکدیگراند ساخته میشود .

اتاق هوا را بین ۳۰ الی ۴۰ در صد بزرگتر از اتاق گاز میسازند . بطوریکه از شکل ۳۳-دیده میشود فضای خالی هراتاق را از آجرنسوز پرمیکنند ولی آجرها را طوری روی یکدیگر قرار میدهند کـه بین آنها فضای خـالی بوده و بشکل لانه زنبور یا نقش شطرنج درآید . گاز از مولد خارج شده وبوسیله لوله در قسمت تحتانی



شکل ۳۳ — کوره گازی زیمنس مارتن که مجهز بادستگاه رکوپراتور میباشد

یکی از اتاقهائیکه قبلا گرم شده میآید هواهم بوسیله بادزنهای قوی بدرون یك اتاق دیگر رفته و در حین عبور بکوره از حرارت سطوح اجرها گرم شده و وقتیکه بکوره میرسد در گرمای ۵۰۰-۶۰۰ درجه سانتی گراد میباشد. محصول اشتغال از دو عدد دستگاه دیگر خارج میشود و گرمـای زیادی خود را بمصرف گرم کردن سطوح اجرها میرساند و این دستگاه را برای عبور مجدد گاز و هوا آماده و مهیا میکنند. این عمل بطور تناوب و بدون وقفه ادامه دارد .دستگاه حفاظت و تولید مجدد گرما را برای گداز مواد اولیه فلز روی و کاك

سازی و بالاخره درتمام کوره‌هائیکه از سوخت و اشتغال گاز استفاده میکنند میسازند زیرا دستگاه نامبرده نه‌فقط کالوری گاز ودرجه گرمای کوره را بالا میبرد بلکه چون قسمت اعظم گرمای زائد گرفته میشود لذا گاز و مواد متصاعده که به دودکش میرسد فقط بین ۱۰۰ ـ ۱۵۰ درجه سانتی گراد حرارت خواهد داشت . شعله را میتوان برای مدتی که لازم باشد یکنواخت و یك شکل نگاهداشت و ممکن است بطور اختیار آنرا احیاء کننده و یا اکسیدآن ویاخنثی نمود و بطورکلی کوره‌های گازی بازده خوبی دارند .

۳ـ کوره‌هائی که سوخت مایع بکار میبرندـ کوره هائی که سوخت مایع یعنی نفت و محصولات تقطیر آنرا بکار میبرند عموماً از نوع کوره های شعله بوده که برای سوخت جامد ساخته شده‌اند با این تفاوت که در اتاق سوخت دستگاه سوخت‌مایع یعنی انژکتور ویامشعل قرارمیگیردوسوخت‌مایع را در کوره‌ها بدوشکل بکار میبرند :

الف) ـ نفت‌را ازدرون یك‌لوله فلزی مارپیچی یا حلقه که ازخارج گرم میشود گذرانیده وبتدریج نفت‌را مبدل‌بگاز کرده و گازرا درکوره مشتعل‌میسازند . البته در این نوع کوره‌ها، نفتی باید بکار رود که هنگام تغییر و تبدیل بگازمواد جامدی‌ازخود باقی نگذارد وازطرف‌دیگر باید ارزان‌وباصرفه باشد .

ب) ـ سوخت مایع را بوسیله آلت‌تزریق کننده با فشار بشکل ذرات بسیار ریز درآورده و نفت را باصطلاح اتومیزه [1] نمود ودر کوره میسوزانند . دستگاه تزریق کننده معمولا موسوم بمشعل یا برولور بوده [2] و بر حسب موارد استعمال و ظرفیت کوره نوع آن تغییرمیکند درهریك ازآنها نفت را بوسیله فشار باهوای متراکم بدرون کوره تزریق کرده و میسوزانند .

۴ـ کوره‌های الکتریکی

اساس وشالوده تمام کوره‌های الکتریکی برروی دواصل‌کلی‌الکتریسته ریخته شده وبدین جهت نمیتوان دربارهانواع مختلفهآنها وطرح ساختمانی وموارد استعمال

Burner—۲ Atomised —۱

آنها بحث کرد بدون اینکه بعضی عوامل واصول اساسی که وابستگی مستقیمی باتولید انرژی الکتریکی وتبدیل آن به انرژی گرمائی دارند در نظر گرفت و بررسی نمود . انرژی الکتریکی وقتی میتواند مبدل به انرژی حرارتی گردد که درمقابل جریان آن مقاومتی برقرارشود وتقسیم بندی کوره های الکتریکی به نوع جرقه‌ای [۱] القائی و [۲] مقاومتی [۳] اگرچه ازنقطه نظرمقایسه میکانیکی وساختمانی نسبةً واضح وروشن بنظر میآیند ولی بطورکلی باید دانست که کوره‌های الکتریکی تماماً ازنوع کوره های مقاومتی میباشند ودرهر کدام یك نوع مقاومتی، گرمای لازمه را بوجود میآورد .

قانون اهم میگوید شدت جریان مساویست بـا خارج قسمت اختلاف سطح الکتریکی بین دو نقطه ومقاومت اهمی آن بعبارت دیگر $i = \frac{e}{r}$ که درآن i شدت جریان به‌امپر، e پتانسیل، r مقاومت برحسب اهم میباشد . حال مقاومتیکه دریك جسم هادی بوجود میآید عبارتست از $r = \frac{cL}{q}$ یا $r = p\frac{l}{q}$ که در آنها r مقاومت برحسب اهم، c ضریبی است که برحسب نوع جنس هادی تغییرمیکند، L یا l درازای جسم هادی و q مقطع هادی برحسب میلیمترمربع است

مقاومت اجسام هادی فلزی بابالارفتن وازدیاددرجه گرما بالامیرود درصورتیکه مقاومت بعضی ازاجسام غیرفلزی ازقبیل کاربورها وزغال باازدیاد درجات گرما پائین میآید و کم میگردد. تغییرات درمقاومت اجسام در اثر زیادو یاکم شدن درجات گرما متفاوت بوده و برای هرجسم بخصوص مقدار واندازه معینی دارد .

کلیة تغییراتیکه درمقاومت اجسام درنتیجه زیاد شدن وبالارفتن درجات گرما پدید میگردد دردرجات بالاترازآن تغییراتی است که دردرجات پائین حرارت ظاهر میشود ولی تغییرات مقاومت اجسام را دردرجات متوسط گرما میتوان بوسیله این رابطه بدست آورد .

$$Rt = Ro\,(1 + \alpha t + \beta t)$$

که درآن Rt مقاومت جسم در t درجه سانتیگراد و Ro مقـاومت جسم در صفر درجه و α و β ضریبهای جسم هادی میباشند . برای نمونـه مقـاومت مخصوص

Arc or electrode furnace —۱ INduction furnace—۲ Resistance furnace —۳

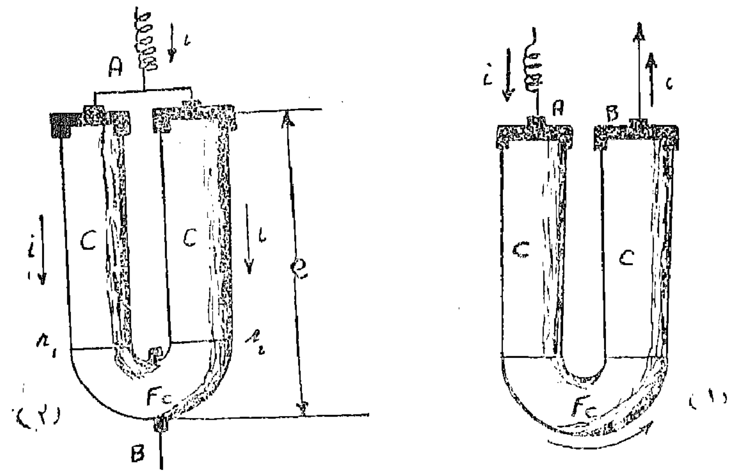
بعضی ازفلزات مهم وضریب القائی آنها درجدول (۱۳) داده شده است .

جدول (۱۳)مقاومت مخصوص فلزات مهم وضریب القائی آنها

نوع فلز هادی		مقاومت مخصوص در ۱۵ درجه سانتی گراد	ضریب گرمائی (α)
الومینیم	AL	۰ر۰۳–۰ر۰۵	+۰ر۰۰۳۹
سرب	Pb	۰ر۲۳	+۰ر۰۰۴۱
آهن	Fe	۰ر۱۰–۰ر۱۲	+۰ر۰۰۴۵
مس	Cu	۰ر۱۸–۰ر۱۹	+۰ر۰۰۳۷
برنج	Cu.Zn	۰ر۰۷–۰ر۰۸	+۰ر۰۰۱۵
نقره آلمانی (ورشو)	Cu'Ni'Zn	۰ر۱۵–۰ر۳۶	+۰ر۰۰۰۲–۰ر۰۰۰۴
نیکل	Ni	۰ر۱۵	+۰ر۰۰۳۷
پلاتنیم	Pt	۰ر۱۲–۰ر۱۴	+۰ر۰۰۲۴–۰ر۰۰۳۵
نقره	Ag	۰ر۰۱۶–۰ر۰۱۸	+۰ر۰۰۳۴–۰ر۰۰۴
پولاد	Fe(C,Si,Mn)	۰ر۱۰–۰ر۲۵	+۰ر۰۰۵۲
روی	Zn	۰ر۰۶	+۰ر۰۰۰۳
کربن	C	۱۰۰–۱۰۰۰	۰ر۰۰۰۳–۰ر۰۰۰۸

اتصال موازی و پی در پیـ درطرح وساختمان کوره‌های الکتریکی دونوع اتصال موازی و پی‌درپی بکارمیروند والبته برای فهم ودرك این دونوع اتصال کلیات و قوانین مربوطه که ذیلا ذکرمیشودمفیدوبلکه‌لازم است شکل ۳۴ (۱) طرح الکتریکی یك کوره را نشان میدهد که در آن جریان الکتریسته از یك الکترود (قطب). عبور کرده داخل بار (شارژ) کوره گشته و ازالکترود (قطب) دوی بخارج میرود البته این جریان باید دربرابر مقاومت الکتریکی الکترودها ومقاومت موادیکه در کوره بشکل بار موجود است‌ایستاده‌گی نموده و بر آنها غالب آید . این نوع اتصال را اتصال پی‌درپی (Series) مینامند وبآسانی ملاحظه میشودکه شدت جریان الکتریکی که در داخل مداراین سیستم با یك اختلاف سطح (ولتاژ) معینی میگذرد همیشه ثابت وبیك اندازه میباشد والبته‌طوری باید باشد که بتواند دربرابر تمام‌مقاومت

های موجوده در کوره ایستادگی نماید .



شکل ۳۴ — دوطرز (۱) اتصال پی‌در پی ، (۲) موازی

شکل ۳٤ (۲) اتصال موازی (پارالل Parallel) را نشان میدهد و مشاهده میگردد که دراین نوع اتصال مسیر جریان الکتریکی بدوقسمت تقسیم میشود : قسمتی ازالکترود (قطب) اولی وقسمتی دیگر ازالکترود دومی میگذرد ولی هردوقسمت از نصف مواد گداخته و بار کوره میگذرد. این تقسیم بندی جریان، ومسیر آن در کوره‌های الکتریکی یکی از مشکلترین مسائلی است که مهندسین ماشین و طراحین کوره‌های الکتریکی بدان مواجه میشوند .

قانون کرشهوف (KIRSCHOFF) ـ اگر فرض شود هرجریانیکه بداخل رشته ویاشبکه‌ای میشود مثبت و هرجریانیکه ازهمان رشته و یا شبکه خارج میشود منفی باشد میتوان قانون ودستوراول کر شهوف را چنین تعریف نمود .

در هر نقطه تقسیم جریان، مجموع جریانهائیکه بداخل میروند برابر مجموع جریانهائی است که خارج میشوند. بعبارت‌دیگر درهر نقطه تقسیم جریان، مجموع تمام جریانها برابرصفرخواهدبود وازشکل ۳٤ (۲) میتوان رابطه زیررا نوشت .

$$i_2 = \frac{e}{r_2} \text{ و } i_1 = \frac{e}{r_1} \text{ یا}$$

$$e = i^2 r^2 \text{ و } e = {}_1 i r^1 \text{ پس}$$

$$i_1 : i^2 :: r^2 : r^1 \qquad \text{پس} \qquad i^2 r_2 = i_1 r_1$$

یعنی شدت جریان‌هائیکه بموازات یکدیگر از یك رشته مقاومت عبور میکنند مقدار آنها برابر معکوس مقاومت اجسام هادی موازی میباشند .

برحسب این قانون ممکن است بگوئیم که .

$$i = i_1 + i_2 \text{ یا } i = \frac{e}{r} \text{ و } i_1 = \frac{e}{r_1} \text{ و } i_2 = \frac{e}{r_2}$$

بنابراین
$$\frac{e}{r} = \frac{e}{r_1} + \frac{e}{r_2}$$

ویا
$$\frac{I}{r} = \frac{I}{r_1} + \frac{I}{r_2}$$

پس کلیه مجموع مقاومتهای موازی عبارتنداز :

$$r = \frac{r_1 \times r_2}{r_1 + r_2}$$

ومجموع n مقاومت موازی عبارت خواهد بود از :

$$\frac{I}{r} = \frac{I}{r_1} + \frac{I}{r_2} + \frac{I}{r_3} + \cdots \frac{I}{r_n}$$

وچون خاصیت هدایت الکتریسته معکوس مقاومت میباشد لذا رابطه زیر نیز درباره n مقاومت مساوی صدق میکند

$$\frac{I}{r} = \frac{I}{r_1} + \frac{I}{r_1} + \frac{I}{r_1} + \cdots \frac{I}{r_1} = \frac{In}{r}$$

و یا
$$r = \frac{r_1}{n}$$

یعنی مجموع مقاومت n هادی مساوی و یك اندازه که بشکل موازی (پارالل) بیکدیگر متصل‌اند برابر ومساوی مقاومت یك $\frac{1}{n}$م یك هادی میباشد .

برای مثال، محاسبه مجموع مقاومت‌های یك مدار داده میشود .

مداری شامل دوالکترود (قطب) کربن (زغال) با مقطع دایره میباشد . دو الکترود نامبرده بیك میله مسی مثل اشکال ۳٤(۱) و(۲) متصل است لازم است. مقدارمجموع مقاومت شبکه‌را درهر دوحالت یعنی اتصالی پی‌درپی و اتصالی موازی تعیین شود

درحل این مسئله رابطه $r\rho\frac{l}{q}$ رابابید بکاربرد وازاعدادو پیکر های داده شده استفاده کرد.

مقطع هرالکترود ۲۳۰۰ میلیمترمربع . طول هرالکترود ۲٫۰۰ متر .مقطع میله مس ۱۰٦۰۰۰ میلیمترمربع . طول مفیدآن (یعنی طولیکه ازآن جریان عبور میکند) ۱٫۰۲ متر .مقاومت مخصوص زغال (الکترود) ۳۰۰؛ ومقاومت مخصوص مس در۱۵ درجه

سانتیگراد ۰/۰۱۸ است .

حل مسئله ـ فرض میشود که r c مقاومت یك الکترود pc مقاومت مخصوص زغال که از آن الکترود ساخته شده.qc مقطع الکترود بـه میلیمتر مـربع lc طول الکترود به متر .

۱ ـ دراتصالی پی‌درپی مجموع مقاومتها عبارتند از :

$$r = 2\left(pc \times \frac{lc}{qc}\right) + pcu \times \frac{lcu}{qcu}$$

حرف کوچك c برای زغال و cu برای اتصالیهای مس است پس

$$r = 2\left(400 \times \frac{2}{23000}\right) + 0.018\left(\frac{1.02}{106000}\right)$$

$$= 0.0695600173 \text{ اوهم}$$

اگر بازفرض شود که‌اختلاف‌سطح درحدود ۱۱۰ ولت میباشد . لذابرحسب رابطه

$$i = \frac{e}{r}$$

$$i = \frac{110}{0.0695600173}$$

$$= 1581 \text{ آمپر}$$

۲ ـ دراتصال موازی جریان از یك الکترودعبور کردموفقط از نصف طول مفید میله‌مسی‌میگذرد.بنا براین‌چون دوالکترود موجود است میتوان مسئله را جهت پیدا کردن یك الکترود که بشکل موازی متصل میباشد حـل نمود و از اینجهت میتوان $r = \frac{r1}{n}$, $n = 2$ فرض کرد .

$$r = pc\frac{lc}{qcu} + Pcu \times \frac{\frac{1}{2}\,lcu}{qcu}$$

$$= o\,.\,400\,\frac{2}{23000} + o\,.\,o18\,\frac{0.51}{106000}$$

$$0\,.\,03478000\,865 \text{ اهم}$$

بنا براین

$$\frac{0.03478000865}{2}$$

$$= 0.017390004325$$

$$i = \frac{110}{0.0173980004325}$$

$$= 6319 \text{ آمپر}$$

ازمحاسبه بالا بخوبی ملاحظه میشود که‌مقدار جریانیکه دراتصال موازی عبور

میکند تقریباً چهار برابر مقدار جریانی استکه دراتصال پی درپی میگذرد واین‌مسئله واضحاً آشکار میسازد که نوع اتصالی الکترود هابه‌هادیهای مختلف و تماس مستقیم و غیر مستقم آنها بـا بـار (شارژ) کـوره تا چه‌اندازه درطرح‌ونقشه‌ساختمانی کوره‌های الکتریکی اهمیت دارد.مثالـی کـه ذکرشد یك مثال ساده بـودوبـا اینگونه شرایـط ساده درعمل هیچگاه بر نخواهیم خورد،زیرا عملا محاسبه رابابد طوری دقیق درنظر گرفـت کـه مقاومت مخصوص الکتریکی ـ الکترود ها و بار گداخته (مذاب) کوره در همـان درجـه گرمای عمل حساب بشود . اصـولا مقاومت الکترود ها در نقاطی که الکترود های تازه بیك الکترود کهنه وصل میشود بسیار زیاد است وهمچنین‌در نقطه اتصـال الکترود به میله‌هاو کابلهای اتصالی(busbars')جریان و در موقع تولید جرقه بین الکترود هـا و بار و محتویـات کوره،مقاومت مخصوص جرقه‌ها را هم بـاید در محاسبه درآورد .

بالاخره کلیه‌مقاومتهائیکه دریك کوره الکتریکی باید در نظر گرفت و بحساب درآورده شوند عبارتند از :

۱ ـ مقاومت پیچك دومی‌تبدیل کننده(ترانسفور ماتور)
۲ ـ مقاومت میله‌و سیم و کابلهای اتصالی
۳ـ گیره وبستهای الکترودها
٤ ـ نقاط اتصالی گیره وبست‌الکترودها
۵ ـ مقاومت خودالکترودها
٦ ـ مقاومت موادنسوزیکه الکترودها را احاطه میکنند
۷ ـ مقاومت جرقه یانقطه تماس زبانه الکترو دهابابار و محتویات کوره
۸ ـ مقاومت سربارەویاسر بارەهای مختلف که بوجود میآیند
۹ ـ مقاومت‌حوض و بوته کوره و مواد گداخته درآن
۱۰ ـ مقاومت پوشش درر نی‌ومواد نسوز کوره .
۱۱ ـ مقاومت هوا(اتمسفر) درون کوره درحین‌عملیات‌گداز و غیره

مقاومت اتصالیهای فلزی کوره بابالا رفتن و زیاد شدن گرما و درجات‌گرما زیاد

میگردند در صورتیکه مقاومت اتصالی‌های غیر فلزی بعکس پائین میایند و کم میشوند بنابراین از آنچه تا بحال گفته شد باید چنین نتیجه گرفت که تمام جد و جهد مهندسین ماشین که مسئول اجرای طرح و ساختمان یك کوره الکتریکی میباشند در این است که بچه وجهی وصورتی کلیه مقاومتهائیکه در بالا ذکر شد ازمواد ومصالحی ساخته شوند ویا بقسمی در کوره گذارده شوند که قسمت معظم گرمائیکه دراثر این مقاومت ها ایجاد میگردد و ظاهر میشود بمصرف گرم کردن و گداختن موادمحتوی کوره (بار) برسد و بیهوده تلف نگردد .

تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی گرمائی در اثر مقاومت - درمبحث الکتریسته گفته شده است که هر گاه جریان الکتریسته از یك هادی سیمی عبور کند کار انجام میشود و این کار بشکل گرما و حرارت درمیآید. حال تمام اصولیکه درساختمان کوره های الکتریکی بکار میروند بر روی این تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی قرار گرفته .انچه تا بحال معلوم شده انرژی الکتریکی رافقط وفقط میتوان بوسیله مقاومت مبدل به انرژی حرارتی ساخت .

قانون ژول(۱) - ژول میگوید گرمائیکه در نزدیك هادی (سیم) در اثر عبور جریان الکتریسته بوجود می آید متناسب است باوقت و مدت جریان و بامقاومت و متناسب است باتوان دوم (مربع) شدت جریان . بعبارت دیگر $Q = Ci^2rt$ که در آن Q مقدار گرمای تولید شده، t مدت وزمان عبور جریان الکتریسته i مساوی شدت جریان r مقاومتی است در برابر جریان و C ضریبی است که بر حسب واحد های مختلف تغییر میکند .حال اگر شدت جریان برحسب آمپر و اختلاف سطح را برحسب ولت و مدت عبور جریان را برحسب ثانیه درنظر گرفته شود ضریب C مساوی ۲٤/. خواهد بود و رابط بالا بدین شکل در میآید .

$$Q = 0.24 i^2 rt \quad g.\ cal$$ گرام کالوری

برحسب قانون اهم $e = ir$ پس اگر بجای ir در رابطه بالا e قرار گیرد ؛رابطه چنین میشود

$$Q = 0.24 eit \quad g.\ cal$$

۱- Joule's law

ازطرفی میدانیم که قدرت مساویست با $P = ei \text{ Watt} = i^2 r$

و $1K.W = 101.98 \frac{m.Kg}{second} = 1.360 \text{ H.P.}$

$1 \text{ H.P} = 736 \text{ Watts} = 75 \frac{M.Kg}{second}$

پس کار انجام شده مساویست با A

$A = eit \text{ Watt second}$ وات ثانیه

یاژول$(i^2 rt)$ Wat second وات‌ثانیه

۱ وات‌ثانیه = ۲۴/. گرام کالوری = یك‌ژول

۱ ژول = ۱۰۱۹۸/. متر کیلو گرام

۱ وات ساعت = ۳۶۰۰ ژول = ۸٦٤/٥ گرام کالوری = ۳٦۷/۱ متر کیلو گرام

۱ متر کیلو گرام = ۲/۳٥ گرام کالوری = ۹/۸۰٦ وات ثانیه

ضریب قدرت.درجریان‌مستقیم قدرت رابرحسب‌وات‌ازرابطه $watt = e \times i$ بدست میآید ولی دو جریان متناوب اگر از مقاومت R جریان‌متناوبی عبور کندقدرت لحظه که در این مقاومت زمان بوجود میباشد Ri میباشد و چون مقدار i برحسب زمان‌تغییر میکیند این قدرت لحظهٔ نیز برحسب زمان متغیر خواهد بود .

اگر I شدت مؤثر و مفید i باشدمقدار متوسط قدرت شدت در مقاومت R عبارتست‌از $RI_2 =$ (مقدارمتوسط $W = R(i_2$ یا $RI^2 = R \times I \times I = V \times I$

البته درصورتیکه مدارجریان‌تنها دارای مقاومت‌باشد،ولی‌اگر چنانچه درمدار جریان سلف SELF نیز موجودباشد آنوقت جریان مؤثر در مدار چنین میگردد .

$$I = \frac{V}{\sqrt{R_2 + w^2 L^2}}$$

$$w = RI_2 = R \times I \times I = R \times I \times \frac{V}{\sqrt{R^2 + w^2 L^2}}$$

وقدرت مصرف شده عبارت خواهد بود از

$$= V \times I \times \frac{R}{\sqrt{R + w^2 L^2}}$$

دراین حالت جریـان I بـانـدازه زاویـه α در عقب V خـواهـد بـود و مقـدار $\text{Cos}\ \alpha = \frac{R}{\sqrt{R^2+w^2L^2}}$ بنابراین قدرت مصرف شده دریك مدار مساویست با $W = VI\ \text{Cos}\ \alpha$ که در آن ($\text{Cos}\ \alpha$)ضریب‌قدرت(۱) میباشد.

هنگامیکه ضریب قدرت‌واحد یا(یك) میشود زاویه α صفر خواهد بودو وقتی ضریب قدرت‌صفر میشود اندازه زاویه α مساوی ۹۰ درجه خواهد بود .

اهمیت ضریب قدرت در کوره های الکتریکی در اینستکه همیشه هادیهای جریان‌الکتریسته باید حامل جریانهای‌زیادوعالی باشندو بطوریکه‌قبلا گفته شده‌مقطع هادی CONDUCTOR ومقطع‌میله‌ها BUSBARS بر حسب شدت جریان تغییرمیکنند . یعنی اگر ضریب قدرت زیاد باشد از شدت جریان‌کاسته شده و آنوقت میتوان‌هادیهاو کابلهای بامقاطع کوچکتر و نازکتر بکار برد وازهزینه ساختمانی کوره به مقدارزیادی کم کـرد .

اثرات جریان القائی ـ علاوه برپس‌افت وعقب افتادن جریـان از اختلاف سطح جریان القائی اثرات دیگری دارد که بستگی مستقیمی باطرح وشکل ساختمانی کوره های‌الکتریکی دارد . مثلادرهرقطعه فلزی بویژه قطعات‌آهنی وپولادی که درنزدیکی ومجاورت هادی‌ها (کنداکتور) که از آنها جریان متناوب میگـذرد واقع شده است جریان القائی بوجود میآید که درنتیجه موجب زیان وهدررفتن جریان شده وازشدت مفید آن میکاهد .

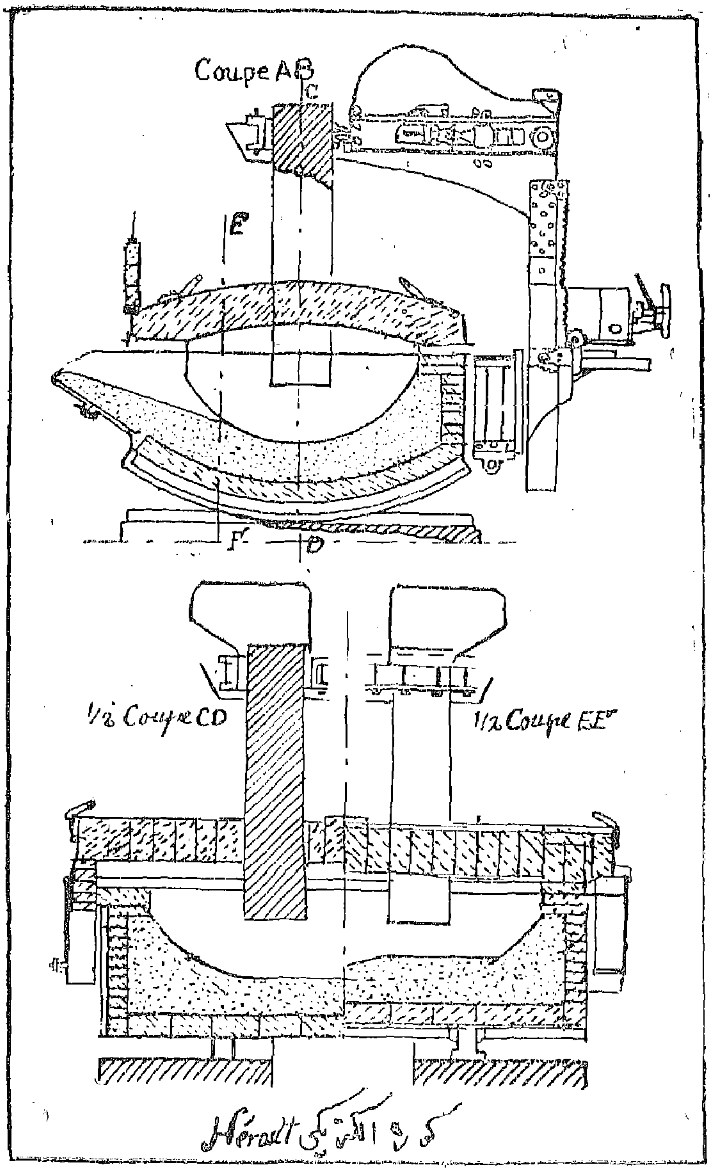
درقسمتهای دیگر کوره جریان القائی باعث مصرف بیهوده وتلف شدن گرمـا و حرارت تولید شده میشود بدین لحاظ یك دستورکلی میگوید که جریانهای زیاد وقوی نباید بهیچوجه ازیك هادی که بشکل موازی (پارالل) یا تیرآهن ویا قطعات آهنی که درفاصله کوتاهی ازآن قرار گرفته عبورنماید .

کوره‌های الکتریکی ـ اختراع کوره‌های‌الکتریکی‌وبسط و توسعه‌آنهادر صنایع سنگین وعملیات‌گداز فلزات از۱۸۰۰ میلادی آغاز شد زیرا درآن سال ولتـا Volta دانشمند ایطالیـائی پیل الکتریکی مشهور را اختراع نمود وایـن اختراع

---

power factor - ۱

بمنزله پایه و اساس بسیاری از اختراعات محیر العقول که از آن تاریخ به بعد نصیب دنیای صنعتی وتمدن بشر گشته بشمار میرود . درهمان سال یك دانشمند انگلیسی موسوم به هامفری

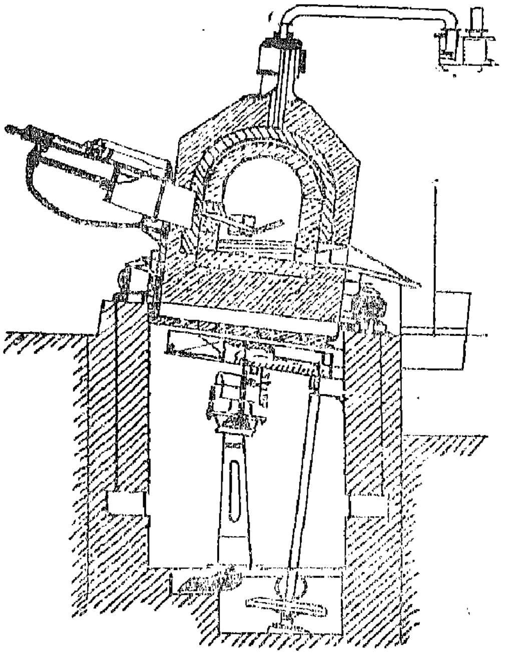


شکل ۳۵ـ کوره الکتریکی جرقهٔ هرولت

دیوی Humphery Davy که چندی باپیل ولتا آزمایش مینمود موفق باکتشاف

نورجرقهٔ گردید و بدین وسیله پایه دوم اختراعات بعدیرا برقرار نمود .

در ۱۸۱۵ میلادی دانشمند دیگر انگلیسی موسوم به (په پیز) **Pepys** موفق گردید مقداری گردوخرده الماس را در درون یك سیم آهنی قراردهد و بوسیله جریان الکتریسته سیم را سرخ کند و آنرا مبدل به پولاد نماید و بدینشکل پایه و اساس کورههای مقاومتی را بنا نماید .



کوره الکتریکی استسانو

شکل ۳۶- کوره جرقهٔ استسانو

بطوریکه در تاریخ ترقیات صنعتی ذکر شده است کلیه آزمایشهای برقی تااواسط سده نوزدهم میلادی بوسیله و باکمك پیل ولتا صورت میگرفت؛ یعنی نیروی الکتریسته ازپیل تولید میشد و بکارمیرفت تا اینکه درسال ۱۸٦۷ میلادی دینامو **Dynamo** یا ژنراتور ومولد الکتریسته اختراع گردید ودردسترس صنعت قرار گرفت. درسال ۱۸۷۸ میلادی ویلیام زیمنس دریك بوته گرافیتی که به دومیله یا دو الکترود (میله ایکه در داخل بوته ازکربن (زغال) ومیله ایکه تحت آن بود از آهن) متصل بود توانست مقدار

آهن را دراثر تولید گرمای جرقه بگدازد وذوب نماید.

درسال ۱۸۹۸ میلادی استسانو Stassano دانشمندایتالیائی پس از آزمایشهای زیاد موفق شد نخستین کوره الکتریکی برای گداز سنگ کانی آهن بسازدواین کاررا ازمرحله آزمایش بمرحله عمل درآورد. بالاخره درسال ۱۹۰۰ میلادی پول هر ولت Paul Heroult درفرانسه وکی لین Kjellin درسوئدطرح ونمای کوره جرقه‌ای برای ذوب وساختن پولادراریختندودرسیرتکامل وعملی کردن آن برای آن کارهای بزرگ خدمات شایانی نمودند.

دسته بندی کوره ها ـ کوره های الکتریکی که قسمت عمده وانواع بزرگ و پر ظرفیت آنها درصنعت پولاد سازی بکارمیروندبطورکلی به‌دودسته بزرگ تقسیم میشوند:

دسته اول شامل کوره‌های جرقهٔ بوده که درآنها گرمای الکتریکی لازم بوسیله جرقه‌ای که بین دو یا بیشتر الکترود تولید میشود حاصل میگردد.

دسته دوم کوره های مقاومتی و القائی میباشند که گرمای لازم درآنهـا درنتیجه مقاومت فلز ومحتوی کوره دراثر جریان الکتریسته ازدرون آنها تولید میگردد:

مهمترین کوره‌های جرقه عبارتنداز کوره Ludlum, Lectromelt, Heroult Rennerfelt, tassanon,, Greaves Echelles, Booth

و مهمترین انواع کوره های القائی عبارتند از Electric , Kjellin Gin , Ajax – Wyatt: Ajax – Northrup: General

کوره جرقه‌ای هرولت ـ مسیو پل هرولت درسال ۱۹۰۰ میلادی امتیازوپروانه بهره‌برداری بازرگانی واقتصادی کوره الکتریکی که خود اختراع کرده بود از دولت فرانسه بدست آورد و کوره وی درمدت کوتاهی دربسیاری از کارخانجات گدازممالك راقیه معمول و متداول گشت ویکی از مهمترین کوره های تصفیه پولاد وساختن پولاد های ویژه گردید.

کوره جرقه‌ای هرولت ازیك ظرف تشت مانندی تشکیل شده که درون آن تا اندازه شباهت به کوره پولادسازی زیمنس مارتن را داردبجزاینکه دارای دو دریچه گاز و هوا نبوده واز سقف قوسی آن سه عـدد الکترود زغـالی بـدرون کـوره معلق میباشند و گرمای لازمه بوسیله جرقه‌ایکه بین الکترود هازده میشودتولیدمیگردد

جریان برق پس از گذشتن از درون ترانسفور ماتور و یافتن شدن به مشخصات لازم بوسیله هادیهای سیمی بدرون الکترود های زغالی داخل میشود و در نتیجه اختلاف سطحی که بین الکترودها و مواد جامدیا گداخته که درحوض و تشتك کوره قرار گرفته جرقه ARC بوجود آمده و گرمای لازم ظاهر میشود .

الکترود ها رابشکل پی‌در پی متصل نموده و بدین لحاظ قسمت تحتانی کوره و قاعده آن بزمین اتصالی ندارد . اغلب کوره های الکتریکی ازنوع هرولت باجریان متناوب سه‌فازه کارمیکنندودارای سه‌عددالکترودمیباشند. برای کوره‌های کوچکترو کم ظرفیت دوالکترود کافی بوده وجریان‌یك‌فازه‌در آنهاعبور میکند .

اختلاف سطح‌لازم یعنی (ولتاژ فاز)درحدود ۱۱۰ ـ ۱۸۰ ولت است که ازمولد نیروی الکتریسته از ۲۰۰ ـ ۲۵۰ ولت بوسیله دستگاه تبدیل‌کننده (پائین آورنده) بمشخصات لازم تبدیل شده و بکوره‌میرود. کنترول‌قدرت الکتریکی لازم باتنظیم الکترودهابوسیله بالا بردن‌وپائین آوردن آنها وقوع مییابد وبدین جهت تمام کوره های هرولت باید دستگاه تنظیم جریان‌واختلاف سطح و وسائل میکانیکی خودکار دیگری داراباشد که در موقع عمل اشکالاتی در شدت جریان و اختلاف پتانسیل رخ ندهد.

پوشش درونی کوره بر حسب نوع پولاد ویا مواد دیگر که درآن ذوب میشود وبعمل‌میآیدتغییرمیکند .اگر پوشش‌درونی ازموادنسوزاسیدی‌است‌آجرهای کف‌کوره راازبهترین آجرهای‌سیلیسی، و جدار اطراف وسقف راازآجرهای سیلیسی‌درجه‌دوم می‌پوشانند والبته اگرقلیائی‌باشدازآجرهای‌مانیزیت‌بسیار اعلی‌انتخاب‌میکنند.

الکترود ها هر یك بطول ۲ مترو بقطر ۱۰/ ـ ۷۰/. متر از گرافیت ویااز ذغال و كك‌نفت‌میسازند

قدرت الکتریکی لازم ـ قدرت الکتریکی بر حسب ظرفیت و نوع کار کوره تغییر میکند و معمولا ۵۰۰ کیلووات آمپر برای کوره های یك تنی وبین ۱۵۰ ـ ۲۵۰ K.V.A. برای کوره‌های ۲۵ تنی که باموادقبلا گداخته شده کار میکنند میباشند. قدرت‌جریان‌درهریك‌از الکترودها در حدود ۱۳۰۰۰ آمپر برای کوره های کوچك و ۳۲۵۰۰ آمپر برای‌کوره‌های بزرگ‌۲۵ تنی است

کوره‌های کوچك رامعمولا برای‌گداختن مواد وساختن‌همبسته هاومواددیر

گداز و سخت بکار میبرند در صورتیکه کوره‌های بزرگ بیشتر جهت تصفیه پولاد استعمال میشود. البته هرقدر کوره بزرگتر باشد مصرف برق آن کمتر میباشد.

۴ - کوره لکترو ملت - این کوره شباهت زیادی در شکل ساختمانی و اصول الکتریکی به کوره هرولت دارد و پس از آن در امریکا بسیار معمول میباشد. کوره لکترو ملت که مجهز با دستگاه میکانیکی حرکت دادن تمام بدنه کوره و الکترود ها و غیره است از نوع کوره چرقهٔ سه فازه بوده و پوشش درونی تشتك و جدار و سقف آن برحسب استعمال، اسیدی یا قلیائی و یا خنثی میباشد. این کوره را اغلب برای تصفیه پولادهای ناخالص و ساختن آهن چکش‌خوار و پولادهای ویژه نیکل کروم و پولاد منگنزدار و غیره بکار میبرند

ظرفیت آنها معمولا یك الی شش تن ولی بطور استثناء گاهی اوقات به ۲۵ تن میرسد.

کوره‌های القائی - کوره های القائی بسه دسته کوچك تر تقسیم میشوند. اول شامل کوره های KJELLIN و FRICK میشوند و این کوره‌ها دارای یك بوته حلقوی شکل که قسمت مرکزی کوره رااشغال میکنند میباشند

دسته دوم شامل کوره‌های Hiorth و Rochling - Rodenhauser بوده و عموماً در بوته این کوره‌ها همیشه باید مقداری فلز گداخته موجود باشد. بوته از طرفی متصل به چند عدد لوله‌های سر بسته بوده که در داخل آنها نیز فلز گداخته موجود است ابتداء جریان القائی فلزیکه در درون لوله‌ها است گداخته و گرمای حاصله تدریجاً بدرون ماده که ذوب آن مورد تقاضا است سرایت کرده و آنرا ذوب میکند.

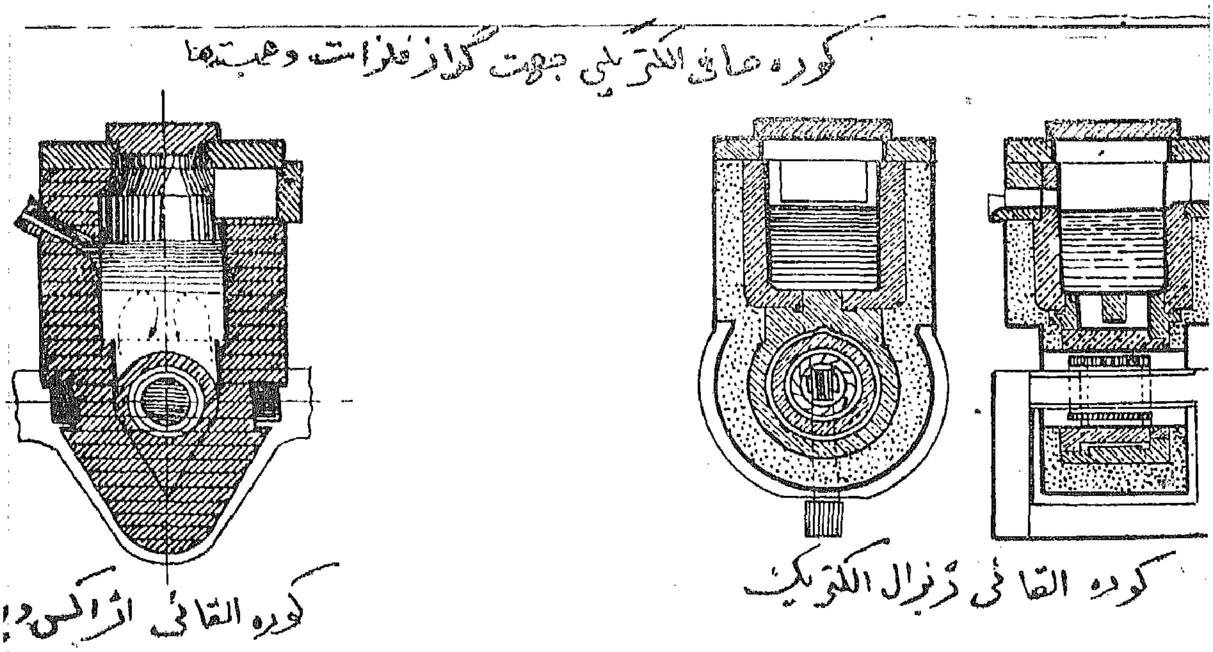
دسته سوم شامل کوره های Ajax - northrup و Ajax - wyatt که باوفور بسیار عالی کار میکنند میشود.

کوره کی‌لین KJELLIN این کوره از یك ظرف فلزی کم ژرفی که از مواد نسوز پوشیده شده و در داخل شیاری حلقوی قرار گرفته تشکیل یافته. فلز گداخته را در این حلقه میریزند و این حلقه بمنزله پیچك دوم ترانسفور ماتور میباشد و پیچك اولی از چند ین حلقه سیم مسی عایق شده که در قسمت مرکزی و در وسط کوره قرار گرفته میباشد.

از نقطه نظر الکتریکی این کوره را میتوان کاملا یك ترانسفور ماتور تصور کرد

پیچاك اولی (۱) آن چند حلقه سیم مسی و پیچاك دومی (۲) آن خود بوته کوره است. بکار انداختن کوره نامبرده بوسیله جریان مستقیم میسر نبوده و همیشه باید مقداری مواد گداخته ابتداء در آن ریخت و یا اینکه در آن مقداری نگاه داشت .

کوره هائیکه با وفور (۳) زیاد کار میکنند عموماً از یك بوته ساخته شده اند که اطراف آنرا چندین دور سیم مسی عایق شده احاطه کرده است و این حلقه ها بمنزله پیچاك اولی و خود بوته پیچاك دومی ترانسفور ماتور میباشند . جریان برق که با وفور معمولی ۵۰ سیکل در ثانیه تولید میشود بوسیله دستگاهی به وفور ۵۰۰۰ سیکل در ثانیه رسیده و سپس بکوره میرود .



Frequency - ۳ secondary windings - ۲ primary windinfgs - ۱

فصل هفتم
تکلیس(۱) و تشویه(۲)

تعریف - تکلیس و تشویه عبارت از حرارت دادن مواد اولیه معدنی و ترکیبات فلزی طبیعی تادرجه ایکه مواد گداخته نگشته و بحالت خمیر یا مایع در نیایند. حرارت دادن ممکن است درمجاورت اکسیژن هوا - بخار آب- کربن- گوگرد و گاز کار صورت گیرد ودرنتیجه تغییراتی در ترکیب شیمیائی آنها داده شود، و یك یاچند عنصر ترکیب کننده را بوسیله این عملیات از بین ببرند. درتکلیس مقصود خشك کردن واز بین بردن رطوبت و گاز انیدریدکربنیك ودرآوردن ماده بصورت اکسید میباشد درصورتیکه مقصود از تشویه از بین بردن رطوبت و گوگرد و ارسنیك نیز میباشد. برای اینکه عملیات نامبرده کاملا از یکدیگر مشخص باشند وطرز عمل ونتیجه حاصله از هر یك معلوم گردد آنهارا بر حسب نتایج حاصله دسته بندی میکنند: ۱-خشك کردن ۲ -تکلیس - ۳ - تشویه سولفاتی ٤ -تشویه اکسیدان ٥ -تشویه کلوری

اینك بشرح هر یك از عملیات نامبرده می پردازیم.

-خشك کردن - در عملیات گداز فلزات عمل خشك کردن واز بین بردن رطوبت و آب تبلور شیمیائی که طبیعتاً درمواداولیه وکانی اغلب فلزات موجود است یك کاری نیست که همیشه باید ابتداء و بتنهائی صورت گیرد ولی گاهی اوقات اتفاق میافتد که مقدار رطوبت در ماده بقدری زیاد است که عملیات گداز رادر کوره بتأخیر میاندازد و مخل جریان طبیعی کار میشود آنوقت باید مواداولیه را جداگانه خشك کرد. مثلا مواد طبیعی وسنگهای معدنی که کمتر از ٥٪ رطوبت ویا آب تبلور وشیمیائی دارند میتوان مستقیماًدر کوره گداز ریخته واقدام بذوب نمود، مگر اینکه قبل از عمل گداز باید بدلائلی درتحت عملیات تشویه کلوری قرار گیرند ویااینکه تهیه میکانیکی روی آنها شود. مواد

Roasting -۲ Calcination -۱

کانی پر عیار شده (کنسانتره[۱]) یعنی محصولات میزهای [۲] شست و شوی مختلف دستگاه فلوتاسیون[۳] اغلب بین ۱۰ـ ۱۵٪ رطوبت دربر دارند که باید حتماً برطرف شود . البته آسان ترین و ساده ترین طریقه خشك کردن و بر طرف نمودن رطوبت از مواد کانی تهویه میباشد وجهت اینکار مواد مزبور را روی سطحی که از آجر و یا از آهن ورق ساخته شده ریخته واز زیران بوسیله هوای گرم ویا آتش ملایم حرارت میدهند و هر چند لحظه مواد را بهم زده تا اینکه کاملا زیرورو شده ورطوبت خودرا از دست میدهند، ولی اگر مواد دیگه باید خشك شود در کمیت های زیاد باشند دیگر اینطریقه عملی نخواهد بود و بایدمواد را در کوره دوار یا گردان و یا یك نوع کورهٔ آهك پزی قرار داد و بوسیله آتش آنها را خشك کرد .

۳ـ تکلیسـ گفته شد که مقصود از تکلیس ماده‌ای برطرف نمودن بوسیله حرارت آب ترکیبی شیمیائی وانیدرید کربنیك از مواد کانی که بحالت کربنات و یا اکسیده اند میباشد .مثلا پختن سنگ آهك و دولومیت ومانیزیت وحرارت دادن آنها جهت دفع رطوبت و CO_2 راعمل تکلیس میگویند واجسامیکه پس از خاتمه این عمل بدست می آیند اجسام تکلیس شده میباشند .

تفاوتیکه عمل تکلیس با عمل خشك کردن دارد فقط در زیادی درجه گرمائی است که برای عمل تکلیس بکار میرود؛ زیرا عملیات دیگر در آنها یکی است . اغلب مواد کانی که برای بدست آوردن مواد فلزی گداخته میشوند آب تبلورو شیمیائی خود رادر گرمای ۳۰۰ درجه وانیدرید کربنیك را در ۶۰۰ و ۸۰۰ درجه وسولفات ومواد خاکی دیگر را در ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد ازدست میدهند و بحالت اکسید درمیآیند .

۴ـ تشویه اکسیدنـ[٤] وقتی موادکانی وطبیعی رابمنظور ازبین بردن گوگرد زرنیخ ـ آنتی موان و تلورگرما میدهند تا اینکه جسم از حالت سولفور و یا غیره مبدل باکسید گردد،ان عمل راتشویه‌اکسیدان مینامند . زیرا برای احیاء سولفور های فلزی یاغیره باید ابتداءآنهاراتبدیل باکسیدنمود والاوجود ناخالصیهااختلال ومشکلاتی درعملیات گداز بوجود آورده وباعث اتلاف و از بین رفتن مواد فلزی میگردند .

۱- Concentrates ۲- Jigs and tables ۳- Flotation process ٤- Oxidising Roasting

بطور کلی هر گاه سولفور و یا ارسنور فلزی که بحالت گرد و بسیار نرم در آمده باشد در مجاورت و تماس نزدیك با هوا قرار گیرد و یا درجهٔ گرمای آن تا نقطه اشتعال و یا احتراق برسد یعنی تا درجه ای که میل ترکیبی شیمیائی گوگرد با اکسیژن بیش از میل ترکیبی گوگرد با خود ماده باشد، آنوقت اکسید فلزی بوجود میآید و گوگرد با اکسیژن هوا ترکیب انیدرید سولفورو SO_2 داده و متصاعد میگردد

$$MS + 3O = MO + SO_2$$

در بعضی موارد انیدرید سولفورو درمجاورت هوا و اکسیژن زیاد تر بترکیب SO_3 برحسب رابطه زیر درمیآید :

$$2SO_2 + 3O_2 = 2SO_3 + 2O_2 \quad + ۲۲/٦۰۰ \text{ کالوری}$$

و گاهی اوقات در نتیجه نبودن مقدار هوای کافی انیدرید سولفورو به SO_3 تبدیل میگردد .

$$3SO_2 = 2SO_3 + S$$

درجات گرمای اشتعال و احتراق سولفور های کانی مختلف میباشند و تشویه کردن سولفور آهن(پیریت FeS_2) نسبتاً سهل و آسان است ولی تشویه سولفور روی ZnS بسیار مشکل و دشوار است بقسمی که تجربه و تخصص زیاد لازم دارد .

درجدول(۱٤)صفحه ۱۵۵ درجه اشتعال مواد کانی مهم برای مقایسه داده شده است.

تشویه عملی است که باید با تانی و بتدریج درحرارت مناسب و نسبتاً کم انجام گیرد زیرا بغیر ازاین صورت ممکن است مواد بحالت خمیره در آمده و خاصیت چسبندگی بخود گرفته و فاسد شوند، و یا اینکه گداخته شده و بشکل مایع در آیند . موادیکه دارند تشویه میشوند، باید درحین عمل کاملا بهم زد و خوب غلطانید تا اینکه سطوح زیاد تر و تازه تر آنها با هوا و اکسیژن تماس حاصل نموده و گوگرد خودرا ازدست بدهند. در بعضی موارد عمل تشویه را عمداً ناقص انجام میدهند و آن بجهت این است که باید مقداری ازمواد بحالت سولفورو یا سولفات باقی بماند .

برای مثال تشویه سولفور آهن رادر نظر میگیریم و فعل و انفعالاتیکه صورت میگیرد مطالعه میکنیم .

جدول (۱۴) درجات گرمای اشتعال مواد کانی مهم

اسم مواد و سنگهای کانی	اندازه قطر ذرات مواد برحسب میلیمتر: ۱ میلیمتر	۲ میلیمتر	بالاتر از ۲ میلیمتر
پیریت FeS	۳۲۵ سانتی گراد	۴۰۵ سانتی گراد	۴۷۲ سانتی گراد
پیروتیت $Fe_n S_{n+1}$	۴۳۰ «	۵۲۵ «	۵۹۰ «
نیکل ۷۳/۲٪ گوگرد ۲۶/۷٪	۷۰۰ «	۸۰۲ «	۸۸۶ «
کبالت ۷۰/۲۰٪ گوگرد ۲۹/۸۰٪	۵۱۴ «	۷۵۱ «	۱۰۱۹ «
استیبنیت Sb_2S_3	۲۹۰ «		۳۴۰ «
ملیبدنیت MoS	۲۴۰ «		۵۰۸ «
سینابار HgS	۳۳۸ «		۴۲۰ «
کالکوزیت CuS	۴۳۰ «		۶۷۹ «
ارژانتیت AgS	۶۰۵ «		۸۷۵ «
بلند ZnS	۶۴۷ «		۸۱۰ «
گالن PbS	۵۵۴ «		۸۴۷ «

دراحتراق گوگرد درحرارت ۳۵۰ و ۴۷۰ درجه سانتی گراد برحسب اندازه ذرات صورت آن میگیرد .دراین حرارت سولفور آهن تجزیه شده وهر اتم گوگرد بااکسیژن هوا تولید گاز انیدرید سولفور و برحسب رابطه زیر مینماید :

$$FeS_2+O_2=FeS+SO_2$$

دراثر بالا رفتن درجه گرما FeS مجدداً اکسیده میگردد و مبدل بـه اکسید آهن میشود .

$$FeS+3O=FeO+SO_2$$

وچون این فعل وانفعال ازنوع گرما زا است درنتیجه مقدار ۱۱۳/۶۰۰ کالوری گرمای زیادی بوجود میآید ولی درتحت شرایط بخصوص ویا دراثر وجود کاتالیزاتور CATALYST و یاوفور اکسیژن ، ممکن است دریك عمل مبدل بهتری اکسید آهن وسولفات آهن طبق رابطه زیر گردد $3FeS+11O=2SO_2+Fe_2O_3+FeSO_4$ و بعداً سولفـات آهن بازتجزیه شده وتبدیل به اکسید آهن وسولفیت بشود .

$$FeSO_4 = FeO + SO_3$$

چون فعل و انفعال بالا گرماگیر است لذا فقط ممکن است در نقاط بسیار گرم کـوره تشویه وقوع یابد .

دستگاههای مختلف تشویه ـ دستگاه کورههاوماشین آلاتیکه درعملیات تشویه بکار میروند ومورد استفاده قرار میگیرندبرحسبعوامل زیر تغییر میکنند :

۱ـجنس ماده که بایدتشویهشود ۲ـنوععمل تشویه ۳ـمقدارو کمیتمواد که روزانه بایدتحت عملیات تشویهقرار گیرند ٤ ـهزینه خریداری وتأسیس دستگاهتشویه بادرنظر گرفتنعوامل نامبرده کلیه دستگاههای تشویهرابدینشکل تقسیم نمودهاند وهر دستگاهدر موقع مخصوص و برای منظورمعینی بکارمیرود .

۱ ـ تشویه مواد بطور توده یاتپه

۲ ـ تشویه مواد در کورههای شعلهٔ تشویه

۳ ـ تشویـه مـواد در کـوره هـا ئیکه مجهز بـا پـاروها و آلات غلطـاندن میکانیکی میباشند

٤ ـتشویه مواد در کورههای بلند(آهك پزی)کیلن

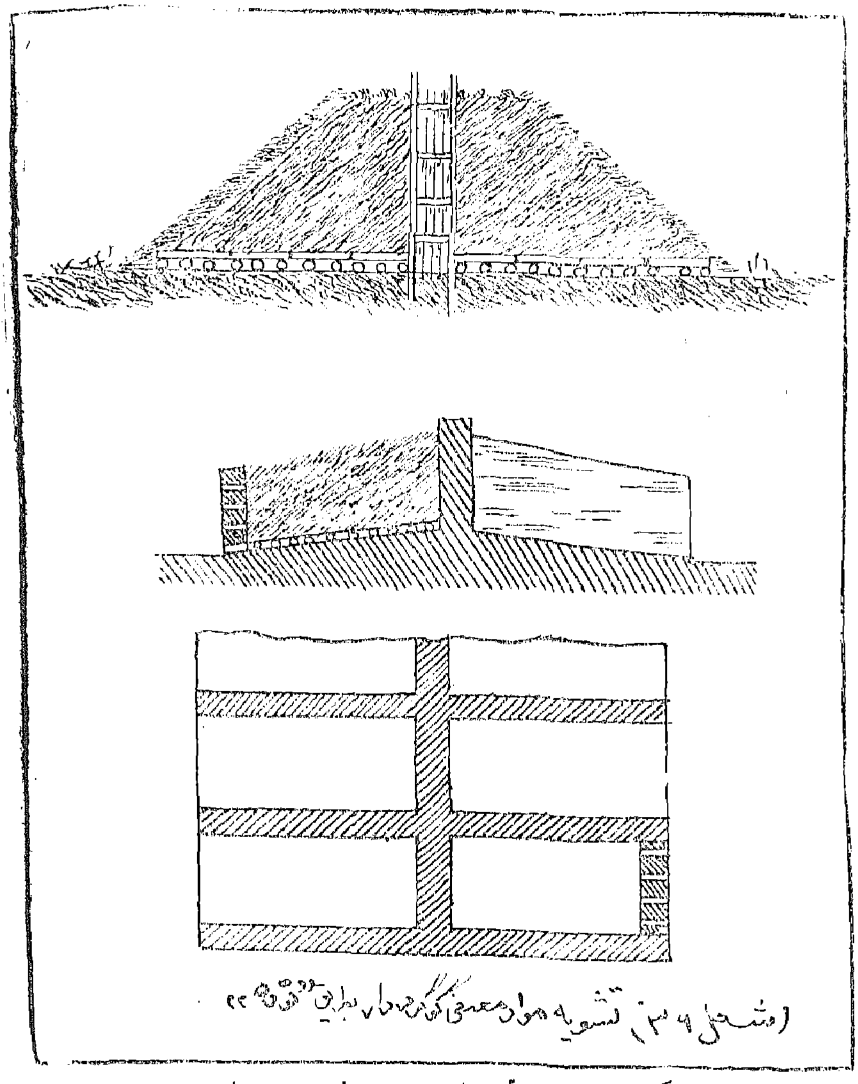
٥ ـ تشویه مواد دردستگاههای دمدار ازقبیلماشین دوایتلوئید(۱) کورهوژ(۲) کوره هرشهوف (۳) و غیره

۱ ـ تشویه مواد روی زمین که بشکل توده و یا تپه قرار گرفته اند ـ اگر چه این نوع تشویه از سایر انواع که مفصلا شرح داده میشود سهل و آسانتر بنظر میرسد ولی باید متذکرشد که هزینه دستمزد کارگران لازموسرمایه قفل شده درمواردیکه باید مدتی بمانند تادر اینطریقه تشویه شوند باعث شده است که این طرز تشویه رفته رفته ازبین برودومتروك گردد ،مگر درنقاطی که هنوزدسترسی بوسایلمدرن وبهتر ندارند وهزینه دستمزد چندان زیاد نیست .

شرح عمل ـ ابتداء مـواد جهت تشویه را بشکل قطعات کوچك و قلوه سنك درآورده وروی زمین مسطحوهمواری کهازیكطبقه چوب خشك پوشیده شده بشکل

Herschoff –۳ Wedge –۲ Dwight - Lloyd -۱

یك هرم ناقص با دقت زیادمیچینندو سپس مقداری چوب درزیر توده آتش زده و در اثر دخول هوا از لابلای سنگ‌ها، گوگرد محتوی را (در صورتیکه مقدار درصد گوگرد کافی باشد) مشتعل ساخته و بتدریج میسوزد و دیگر هیچگونه احتیاجی بسوخت دیگری از خارج ندارد زیرا گرمائیکه از احتراق گوگرد حاصل میشود جهت ادامه عملیات تشویه کاملاً کافی میباشد .



شکل ۳۸ ـ تشویهٔ مواد معدنی بطرز توده یا تپه

چیدن مواد کانی و درآوردن آنها بشکل یك هرم ناقص باندازه‌های مختلف

دقت و تجربه زیاد لازم دارد و عمل تشویه در اینطریقه بستگی به چند عامل دارد زیرا اگر هر آینه شکل توده صحیح و اندازه های آن مناسب نباشد عمل تشویه یک نواخت صورت نخواهد گرفت . بلندی توده بستگی معکوسی با مقدار در صد گوگرد محتوی دارد.مثلا برای موادی که در حدود ۱۵٪ گوگرد دارند بلندی توده در حدود ۸ قدم و یا ۲/٤ متر واگر مقداردرصد گوگرد محتوی ۳۵٪ و یا بیشتر باشد بلندی توده فقط بایدبه ۵قدم و یا ۱/۵ متر برسد ولی بطور متوسط بلندی آنرا۶قدم ودر حدود ۱/۷۵ متر میگیرند .

عرض و پهنای توده چندان تأثیری در عمل تشویه ندارد و البته هرقدر این اندازه بیشتر باشد دریك مدت معینی کمیت بیشتری از مواد اولیه تشوید میشودزیرا هرقدرتوده عظیم تر و بزرگتر باشد مقدار موادیکه درسطح توده قرارمیگیرندوتماس با هوای آزاددارندنسبت بحجم توده کمترخواهد بودیعنی بازده(راندمان) بیشترخواهدبود

زمینی که برای اینکارانتخاب میگرددباید کاملا همواروسطح بوده وازخاك رس و غیر قابل نفوذ آب و مایعات دیگر باشد، زیرا همیشه در موقع تشویه مقداری مس بشکل محلول آمده و اگر محل توده و نوع زمین آن قابل نفوذ باشد مس در زمین فرو رفته و از بین میرود.

مدت عمل تشویه نسبت بمقدار گوگردی که باید از بین رود و نوع و جنس مواد اولیه ازسه هفته الی چند ماه تغییر میکند؛و این نوع تشویه اگرچه برای مواد اولیه که باید بعداً در کوره بلند گداخته شوند بسیار مناسب بنظر میرسد ولی چون بطوریکه قبلا گفته شده هزینه چیدن وبرداشتن ومواظبت در حین عمل واشغال فضا و زمین زیاد و عوامل دیگرازمزایای این طریقه میکاهد و موجب گردیده است از بین برود و متروك گردد .

۲ـ تشویه درکوره‌های شعلهٔ تشویه ـ کوره تشویه کوره‌درازی است که اتاق سوخت آن در انتهاءآن ساخته شده و سقف آن قوسی شکل و کف قاعده آن کاملا مسطح و هموار میباشد . درازی کوره تشویه بین ۱۲ـ۲٤ متر و پهنای آن ۲/۵ـ۵ مترمیباشد. موادیکه باید در کوره‌تشویه شوندبرروی پله کانیکه‌در قسمت انتهای کوره

نزدیك به منفذ دودکش ساخته شده بداخل کوره ریخته شده و بتدریج آنها را با پاروها و میله های دستی بسمت اتاق سوخت و مرکز آتش غلطانیده وبهم میزنند تا اینکه‌ذرات موادبااکسیژن هواکه‌از دربهای کوره بکوره واردمیشودتماس نزدیك حاصل نموده،گوگر سوخته شده و بشکل گازانیدرید سولفورو (SO_2) از دودکش خارج گردد :

اتاق تشویه معمولا از یك یا چند قسمت بشکل پله کان هـای عریض ساخته شده کـه مواد را بتدریج از قسمت سرد کـوره بطرف گرم و پرآتش آن بوسیله غلطانیدن و بهم زدن با پارو های دستی بیاورند .البته هر قسمت در هر دو طرف دارای یك یا بیشتر درب کار میباشد . مصالحی کـه در ساختمان کوره بـکار میرود آجرهای معمولی است ولی نزدیك باتاق سوخت و خود اتاق سوخت و نقاطی کـه همیشه با درجات زیاد گرما درتماس هستند از مصالح نسوزمیسازند . پس‌ازاینکه بار درکوره قرار گرفت و کوره گرما و حرارت لازم را بخود گرفت مواد را هر نیمساعت غلطانیده وبهم زده تا اینکه گوگرد سوخته شودوبشکل گاز متصاعد گردد.پس‌ازآنکه مقدار کافی‌ازگوگرداز‌بین‌رفت مقدار تشویه‌شده‌رادر قسمتی‌ازکوره بشکل‌توده‌جمع کرده‌وبوسیله پارو وبیلهای دستی‌خارج میکنند .

۳ـ کوره‌های تشویه میکانیکی‌خودکار ـ انواع کوره‌های تشویه میکانیکی زیاد و در اینجافقط چندعددبعنوان‌نمونه ذکرخواهدشدالبته‌تمام‌آنهامزایای‌زیادی‌بر کوره های‌شعلهٔ وغیره دارندکه‌عبارتند از :

الف) هزینه عمل کردن ونگاهداری آنها کمتراست .

ب) هوای‌لازم جهت تشویه‌را میتوان بخوبی‌دراختیارداشت ودرنتیجه محصول یکنواخت وبهتری بدست‌آورد .

ج) مقادیرزیاد را میتوان درمدت بسیار کمی تشویه نمود .

ازطرف دیگرباید اشاره‌کرد‌که آنها معایبی‌نیز دربردارند که درمواقعی‌مورد توجه‌بوده‌واهمیت دارد.

الف) قطعات متحرك آنها زیـاد و همیشه در معرض اثرات گاز هـای فـاسد

و تباه کننده بوده و بزودی زنگ زده و از بین میروند و پس از چندی باید آنها را عوض کرد .

ب) کورههای تشویه میکانیکی نمیتوانند مواد معدنی چسبنده را تشویه نمایند زیرا اینگونه مواد در اثر گرما بهم چسبیده و بشکل کره و گلوله در آمده و در اینحالت نمیتوان آنهارا بوسیله پارو ودستکهای میکانیکی غلطانید و بهم زد .

ج) مواد کانی را نمیتوان تشویه مرده کرد[1] و یا صد در صد گوگرد آنهاااز بین برد .

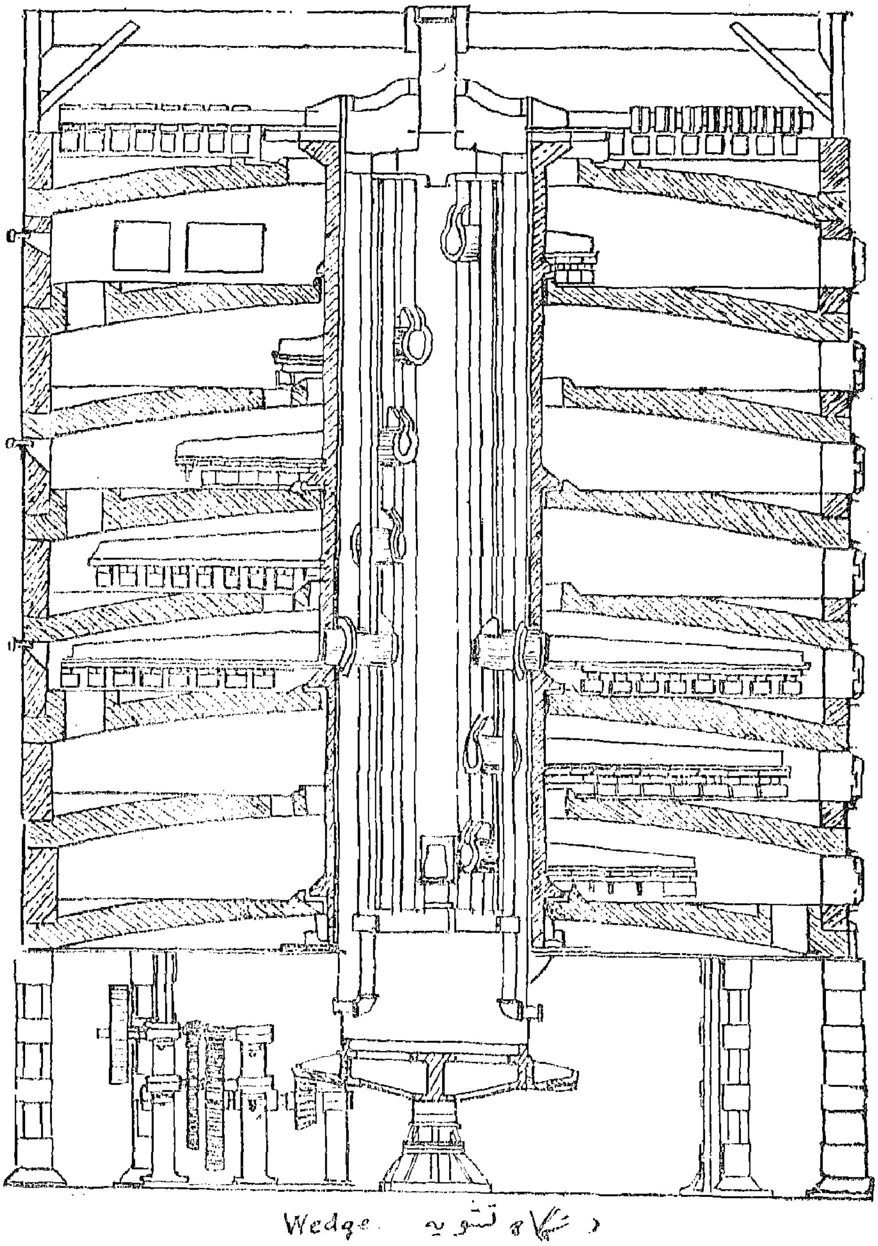
مهمترین انواع کورههای میکانیکی عبارتند از کوره وژ ـ کوره ماك دوگال و هوشرف .

کوره تشویه ورژ WEDGE ـ دستگاه میکانیکی وژیکی ازمهمترین دستگاه تشویه است که در بسیاری از کارخانجات بزرك ومؤسسات گداز فلزات که با ظرفیت‌های زیاد کار میکنند متداول و معمول است . کوره وژ از یك استوانه وبرج بلنداستوانه که ازقطعات پولاد پرچ یعنی‌همان قطعات و اوراق پولادی که درساختمان دیگهای بخارو غیره بکارمیرود ساخته شده وداخل آن به ۷ طبقه یا ۷ اشکوب تقسیم شده .(شکل۳۹). قطرخارجی آن درحدود٤/٥ـ٦/٥ متر و بلندی آن برحسب طبقاتی که دارد به ۲۰ متر یابیشتر میرسد . پوشش درونی استوانه وهمچنین کف اشکوبه‌ها که برروی آنهاعملیات تشویه صورت میگیرد وسقف دستگاه از مواد نسوز اسیدی تشکیل شده که هم از صفحات پولادی محافظت شود و هم مانع فرار و خارج شدن گرمای درونی گردد .

بطوریکه ازشکل۳۹ملاحظه‌میشود،در مرکزاستوانه یك‌ستون فلزی‌قرار گرفته که سطوح خارجی آن نیز از آجرهای نسوز پوشش یافته . مقارن و در مقابل هر اشکوبی پاروهائی بدان متصل میباشد که بوسیله آنها

۱- Dead – roasting

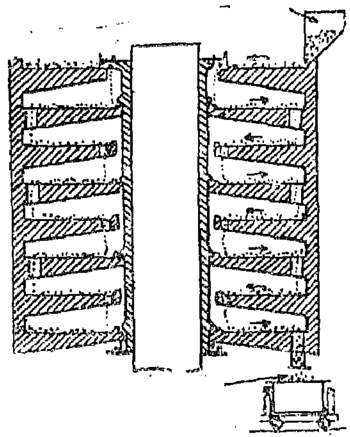
ممکن است مواد را اولا در هراشکوبی کامـلا بهم زد و غلطانید و ثانیاً از اشکوب خـارج کرد و به اشکوب تحتانی انتقال داد . ستون مرکزی نامبرده بوسیله یکعدد



دستگاه تشویه Wedge

شکل ۳۹ــ دستگاه تشویه وژ

چرخ و دندههای مختلف که بلافاصله درزیر آخرین اشکوب قرار گرفته و بوسیله نیروی الکتریسته در حرکت است قطعات اتصالی ستون را در نقاط مختلف به چرخش در آورده و آنها را بمیل و اختیار بحرکت درمیآورند .

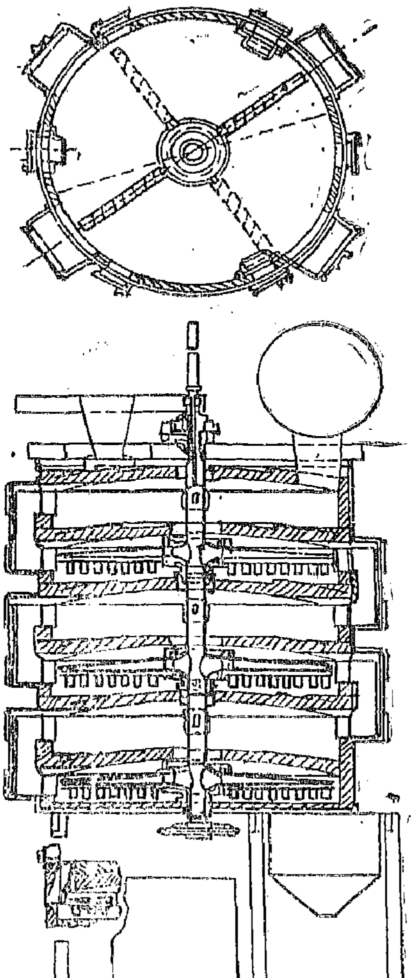


شکل ۴۰ — سیر مواد مورد تشویه در کوره (وژ)

مواد اولیه جهت تشویه را از طبقه فوقانی یا بلندترین اشکوب بوسیله قیف بزرگی بداخل ریخته و در اینجا قدری مکث کرده و در ضمن خشك میشود سپس بوسیله پاروهائی که ذکر شد یا بطرف مرکز و یا بطرف محیط استوانه غلطانده شده و بداخل اشکوب پائین‌تر ریخته میشوند . دراین‌طبقه درجه گرما قدری بیشتر از طبقه فوقانی میباشد وعمل تشویه آغازمیگردد . بازپس‌ازچند دقیقه‌مـوادرا بوسیله پاروها بهم زده و بطرف منافذ مرکزی و یامنافذ محیطی سوق داده و به‌اشکوب پائین‌ترمیریزند .واین‌عمل همچنان‌ادامه دارد تااینکه پس‌ازخاتمه عملیات مواد بطبقه تحتانی و آخرین اشکوب برسد وازآنجا بیرون آید.در شکل (۴۰) جریان مواد بخوبی‌دیده‌میشود . درجات‌گرما درهراشکوبی‌نسبت‌بمواد‌تغییر میکند . ظرفیت کورهٔ وژ برحسب قطروبلندی‌آن ونوع موادیکه درآنها باید تشویه شود نیزتغییرمیکند و بطورمتوسط یك دستگاه‌که بقطر ۶/۵ ـ وبه‌بلندی ۱۰ متراست میتواند درهر ۲۴ ساعت ۷۵ تن مواد سولفوره‌راتشویه نماید .

کوره‌تشویه‌ماك‌دوگال MC-DOUGALL شکل و اصول ساختمانی که

بر آن کوره ماك‌دوگال استوار گشته عیناً مانند کوره وژاست که در بالا ذکر شد و فقط تفاوتی که در این کوره مشاهده میشود طرز ستون مرکزی که بدان پاروهای گردان متصل اند میباشد . مثلا دراین کوره ستون مرکزی‌ازیك‌لوله‌توخالی پولادی‌بقطر ۲۳ سانتی‌متر تشکیل گردیده که بدان در مقابل هر اشکوب‌پاروها متصل‌میباشندو برای سرد کردن بعضی‌ازقطعات پاروها آب سرد بوسیله لوله ۳ اینچی داخل شده و بوسیله لوله دیگری خارج میگردد. شکل ۴۱



شکل ۴۱- دستگاه تشویه ماك دو گل

دستگاه محرك ستون مرکز و وسائل بارگیری وتمام جزئیات ساختمانی‌دیگران عیناً مانند کوره وژ است .

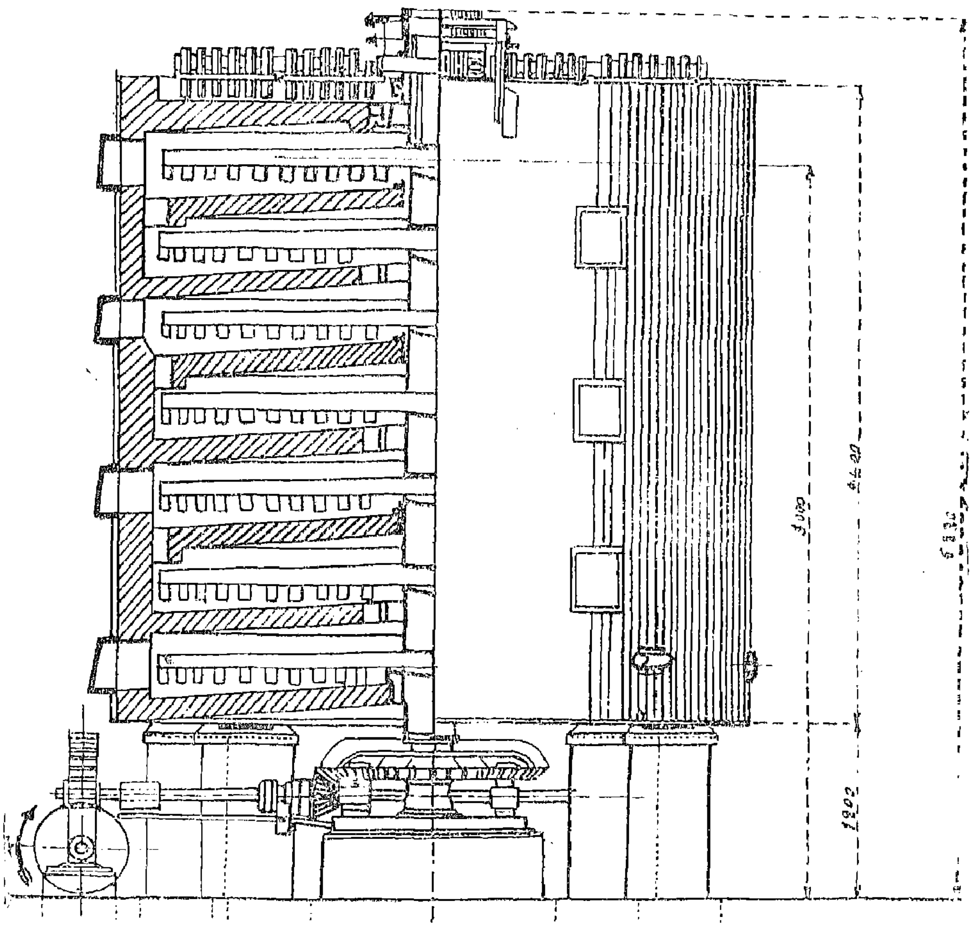
کوره ماك‌دوگال‌را درظرفیتهای مختلف میسازند.مثلا کوره‌ایکه بقطر ٦ مترو بارتفاع ۷ مترمیباشد در هر ۲٤ ساعت میتواند در حدود ٦٠ تن مواد سولفوره را تشویه نموده ومعدل محتوی گوگرد آنرا پس از خاتمه عمل‌تقریباً به ۷./. برساند

چون مواد در حین عمل باید از اشکوب بالاتر باشکوب پائین تری ریخته شوند بدین لحاظ طبیعة مقداری بشکل ذرات ریز وغبار ازدهانه کوره خارج شده و بدرون مجاری‌دودکش هدایت میشوند، این‌مقدار درحدود ٤./. وزن بار کوره میباشد .

کوره نیکولز هرشوف NICHOLS - HERSCHOFF - کوره هرشوف استوانه چند اشکوبه ولی پاروهای متحرك آن بوسیله جریان هوا سرد میشوند

در این نوع کوره تشویه دز عوض آب هوای سرد را در تحت فشار بدرون مخزن هوا در طبقه تحتانی کوره میدمند. بعداً هوا بطرف بالا رفته و ازدرون ستون مرکزی که از دو قسمت ساخته شده بداخل هراشکوب میرودو پارو های گردان را سرد میکنند. بعداً هوای گرم شده را در مخزنی بالای دستگاه جمع کرده و در موقع لزوم به مصرف میرسانند. بقیه جزئیات ساختمانی این دستگاه عیناً مانند دو دستگاه قبل میباشد

کارخانجات گدازفلزات هریک از دستگاههای نامبرده را برحسب مزایا و محسناتی که دارند استعمال میکنند.

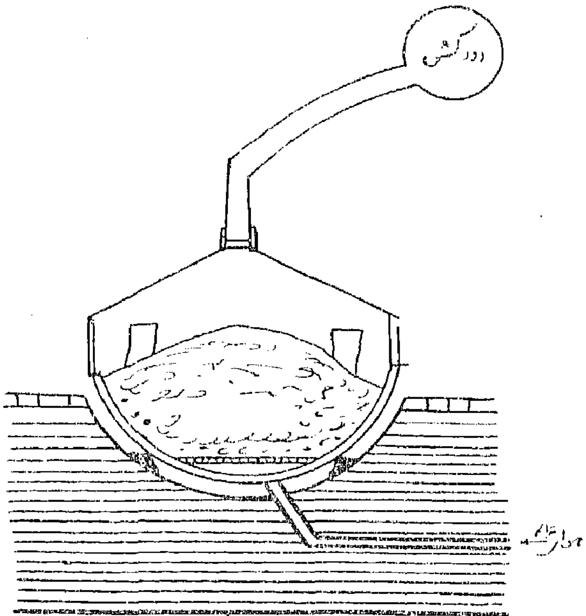


شکل ٤۲ — دستگاه تشویه هرشوف

تشویه بوسیله باد دم(١)

مقصود از تشویه با دمیدن دوچیز است :اول آنکه گوگرد مواد سولفوره را سوزانده و مقدار آنرا کم کرده و دوم آنکه مواد تشویه شده بشکل ذرات بهم چسبیده(اگلومره)درآینده.دستگاه‌تشویه که بادم‌وهوای‌مترا کم کارمیکنند بر دوقسم‌اند قسمی‌بطور متناوب‌وقسمی‌دیگر بطور دائم‌ومستمر کار میکنند.مهمترین نوع‌اولی‌موسوم به دیگ هانتینگتن‌هبرلاین‌ودومی به‌دستگاه دوایت لوئید‌میباشند.

این‌دو‌دو‌دستگاه‌برای‌مواد گوگرد‌داری‌مناسب‌اند که گوگرد محتوی‌آنها‌نسبتاً‌زیاد باشد‌زیرا‌بمجرد‌روشن‌و‌مشتعل‌شدن گرمای‌حاصله که‌از‌احتراق گوگرد‌بدست‌میآید‌برای



شکل ۴۳ دیگ تشویه هانتینگتن هبرلاین

شکل ٤٣

ادامه‌عمل کافی خواهد‌بود‌ولی موادیکه‌باید‌در اینگونه‌دستگاه‌ها‌تشویه شوند باید کاملا خرده‌وریز باشند تااینکه‌بسرعت مشتعل گردند و گرمای حاصله باندازه باشد که‌اکسید وسیلیکاتهای محتوی را‌بحالت چسبنده درآورد وبامواد تشویه شده تولید دانه‌های‌بهم

١- Blast roasting

چسبیده یا باصطلاح Sintered بدهند .

دیك هانتینگتن هبرلاین Huntington - Heberlein این دستگاه از یك دیگ بزرگ چدنی که بر روی یك اجاق محکم که از سیمان و مصالح دیگری ساخته شده قرار گرفته . سرپوش دیگ از بدنه دیگ کاملا مجزا و طوری ساخته شد است که باسانی برداشته و گذاشته میشود . به سرپوش لوله وصل است که گاز و بخارات متصاعده را به منفذ و مجرای دودکش میرساند . سابق بر این که دستگاه دوایت لوئید هنوز بمیدان کار نیامده بود این دیگها را بقطر ۳ متر و بگودی ۱/۲۰-۱/۸۰ متر میساختند که گنجایش ۸-۱۲ تن مواد اولیه داشته باشد . درقسمت تحتانی دیگ یك لوله دم قرار گرفته که هوای متراکم را بدرون دیگ میفرستد؛ قطر لوله بر حسب ظرفیت دیگ بین ۱۵-۲۰ سانتی متر میباشد شکل (۴۳) . معمولا در کف دیگ صینی سوراخ دار ای قرار گرفته که در حدود ۲۰۰ سوراخ بقطر ۹ میلیمتر — ۱/۵ سانتی متر دارد که از درون آنها باد متراکم بدرون دیك دمیده میشود .

دیگ نامبرده ابتداء برای تشویه سولفور سرب یا گالن زیاد بکار میرفت ولی بعد از اینکه دستگاه دوایت لوئید اختراع شد این دستگاه رفته رفته متروك گشت .

برای تشویه سولفور سرب (گالن) ابتداء درقسمت تحتانی دیگ یعنی زیر صینی سوراخ دار مقداری آتش تازه گذارده و بعداً صینی را روی آتش قرار داده و روی آن بر حسب ظرفیت دیگ ۶-۹ تن مواد کانی سولفور سرب که بشکل قطعات کوچك و خرده در آورده شده میریزند پس از آنکه بار کوره نسبتاً گرم شد هوای متراکم ابتداء در فشار کم و بعداً درفشار زیاد تر از درون لوله باجاق میدمند . گوگرد مواد سولفوره سوخته شده و گرمای احتراق کافی است که اشتعال و عملیات تشویه را ادامه دهد .

مدت دمیدن ۸-۱۲ ساعت بطول میانجامد و دراین مدت اکسیژن هوا با گوگرد مواد سولفوره تشکیل SO_2 داده وازدرون دودکش خارج میشود و شاید برای ساختن اسیدسولفوریك بکار میرود . بعد از خاتمه عمل سرپوش دیگ را برداشته و اگر ممکن است بوسیله ماشین جر اثقال تمام دیگ را از روی اجاق برداشته و محتویات آنرا در جای دیگری

خالی کرده‌ودرون دیگ را تمیز و نظافت کرده وآ نرا برای‌دفعه دیگر آماده میسازند بطوریکه ذکرشد عمل تشویه دراین‌دیگ باید بطور متناوب صورت گیرد،یعنی دیگ را باید بار کرد،موادرا تشویه‌نمودوپس‌از خاتمه عملیات محتویات آنرا خالی کرد و مجدداً آنراپر کرد.

برای‌اینکه‌عمل‌تشویه‌دائم‌ومستمر باشددونفر موسوم به‌دوایت‌ولوئیددستگاهی اختراع کردند که بعداً باسامی آنان‌معروف گشت وبقدری‌ماشین‌عملی بود که دیگ هانینگتن‌هبرلاین را ازحیزانتفاع انداخت .

دستگاه‌تشویه‌دوایت‌لوئید(DWIGHT-LLOYD ماشین تشویه‌دوایت - لوئید از یك استخوان بندی پولادی محکمی که دارای دو چرخ یکی بزرگ و یکی کوچك که حول‌آن ریل باریك زنجیرواری‌قرار گرفته ویك‌صندوق احتراق وصندوق باد(مکش) ودستگاه بارگیری تشکیل یافته ساخته شده است .

روی ریل باریك چندعدد صندوق یا جعبه های چدنی باندازه ۰/۶ ×۰/٤ × ۱/۳ متر که درون‌آنهامواد جهت تشویه ریخته‌میشود قرارگرفته . صندوقها پس‌ازعبور از زیر اتاق احتراق‌به روی اتاق مکش آمده وتشویهٔ شده‌وموادتشویه شده رابدرون واگنت میریزند .

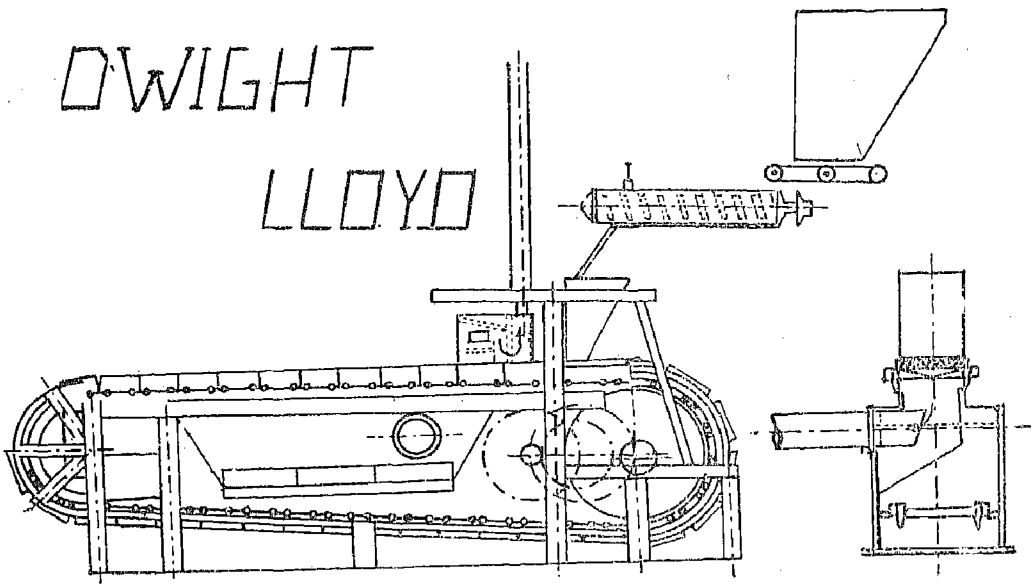
جریان عمل تشویه دراین ماشین مختصراً ازاینقرار است : :

صندوقهاکه روی ریل قرارگرفته اند بوسیله چرخ بزرگ بطرف چرخ‌کوچك شکل(٤٤)حرکت میکنند و در ضمن حرکت یعنی وقتی‌که بطرف بالا هستنددر زیر قیفی که‌ازدرون‌آن‌موادذیکه باید تشویه‌شود لحظه‌ایستاده و ازمواد سولفوره پر میگردد .موادیکه باید تشویه شوند درماشین دیگری باقدری کمك ذوب‌مخلوط‌شده بقسمی‌که قدری‌رطوبت داشته‌باشد. پس‌ازآنکه صندوق تا مقدار معینی از مواد پرشد بطرف‌جلو رانده شده و درزیر اتاق یاصندوق اشتعال مکث‌کرده تا اینکه روشن شود باز دو مرتبه بطرف جلو حرکت میکنند و این دفعه روی صندوق باد قرار میگیرد برعکس دستگاه های دیگر باد ازبالای‌صندوق‌بدرون‌لوله‌مکیده‌شده‌ودر نتیجه گرمای اشتعال به تمام توده مواد سرایت‌کرده و گوگرد محتوی را دفعةًمیسوزاند .

درجـات‌تشویه و نوع‌تشویه دراین‌دستگاه بستگی بانوع‌مخلوط‌وترکیب مواد .

وفشار مکش هوا و سرعت سیر صندوقها روی ریل دارد. بازده این دستگاه بسیارخوب و برحسب ظرفیت میتواند در هر ۲۴ساعت از ۵۰ ـ ۲۰۰ تن موادگوگرد دار را تشویه کند.

ماشین نامبرده‌امروز دربسیاری‌از کارخانجات گدازازقبیل‌استخراج سرب ـ مس وروی وبسیاری ازکارهای شیمیائی بکارمیرود ومعمول میباشد.



شکل ٤٤ ـ دستگاه تشویه بادم از نوع دوایت لوئید

فصل هشتم

تهیه و آرایش مواد اولیه کانی

مواد اولیه وسنگهای کانی که ازقشر زمین درطبقات مختلف چه آنهائیکه روی سطح زمین وقدری پائین تروچه آنهائیکه در ژرفهای زیاد کاوش و استخراج میگردند طبیعة بیك اندازه وشکل نبوده واشکال واوزان آنها ممکن است چندین تن ویا بعکس بسیار ریز وذره مانند باشند

معمولا قطعات بسیار ضخیم بزرگ را در سر کار گاه و یا اگر میسر باشد درخود سینه کار دردرون معدن بوسیله دینامیت و وسایل میکانیکی ترکانیده سپس بقطعات کوچك وقابل حملی مبدل ساخته که انتقال آنها از نقطه استخراج به نقطه دیگر وحمل آنها دروسائط نقلیه موجود کاملا امکان پذیر باشد. بعداً اتمام مواد اولیه را بر حسب عملیات مختلف گداز بمنظور استخراج و بدست آوردن محتویات فلزی بوسیله یك رشته ماشینهای گوناگون و وسائل میکانیکی تهیه و آرایش نموده وباشکال واندازه لازمه و مطلوبه درمیآورند.

مثلا مواد اولیه‌ای که درکوره بلندکداز آهن ریخته میشوند معمولا نباید قطر آنها از ۱۵ سانتی‌متر بیشتر باشد، یامواد یکه در ماشینهای تشویه نوع (وژ) برای سرخ کردن و از بین بردن گوگرد زیادی بکار میروند نباید قطرمتوسط آنها از یك سانتی متر تجاوز کند. دیگر آنکه دربسیاری از عملیات شیمیائی وطرق‌تر که دراستخراج فلزات واملاح مستعمل است مواد اولیه باید کاملا خرده و ریز باشند بطوریکه قسمت معظم آنها بشکل گرد و ذرات باشد

در قرون گذشته عملیات استخراج فلزات از مواد اولیه و سنگهای معدنی چندان نیازمندی مبرمی تا این درجه تهیه و آرایش که امروزه معمول است نداشته و بوسیله شکستن وخرد کردن بادست وبطورکلی با وسائل انسانی و حیوانی مقاصد آنان تأمین میگردید، ولی تقاضاهای گوناگون ودشوار صنایع مختلف ازطرفی و بهاء

۱– Dressing and preparation of minerals

سوخت ومزد کارگران ونقصان مواد اولیه درجه اعلی ونمره یك ازطرفی دیگرامروز ایجاب نموده است که بمجرد اینکه موادلولیه وسنگهای کانی از معدن استخراج میشوند درسر کارگاه و در خود معدن بوسائل متنوعی که شرح و وصف آنها داده خواهد شد تهیه و آرایش شوندودر نتیجه بعیار ومقداردر صدفلز محتوی آنهاافزوده واز ناخالصیهای ومواد زیادی وقشر کان آنها کاسته گردد تا اینکه مهندس گداز و مسئول استخراج بتوانند با وسائلی که در اختیار دارد بذوب و جدا نمودن فلز وتصفیه آن مبادرت نماید .

ازطرف دیگر وسائل میکانیکی تهیه مواد اولیه باعث شده است که ازسنگهای معدنی که دارای مواد خارجی وناخالصی زیادی بودند ودرزمان گذشته گداز آنهامیسر وممکن نبود استفاده شودزیراممکن است ناخالصیهای موجودرا بسهولت وباقیمت ناچیزی جداوسپس آنهاراقابل گدازو بهره برداری نمود .

مثلا درسابق سنگهای معدنی مس که محتوی روی بامس بودند وباسنگهای معدنی روی که مقدارزیادی آهن در بر داشتند ممکن نبود باسود وبهره بازرگانی تحت عملیات گداز قرارگیرند وهر یک از فلزات موجوده را جدا کرده وبفروش برسانند .

دیگر از فوائدتهیه و آرایش موادلولیه صرفه جوئی قابل ملاحظه درهزینه حمل ونقل وانتقال موادلولیه ازمحل استخراج تاکارخانه گداز و عملیات متالوورژی میباشد . زیرا در نتیجه عمل بالابردن عیار ومحتوی فلزی آنها میتوان سنگهای کانی که بطور متوسط درحدود ۵٪ فلز داشتند محتوی آنهارا به ۳۰و۳۵٪ رسانید و طبیعةاز مقدار قشر کان (گانگ) یعنی موادخاکی که بهمراه دارند بطورفاحش کم نمود .

اصول تهیه و آرایش مواد کانی ـ اصول و مبانی که درماشینهای تهیه یا باصطلاح Ore dressing بکار میروند عبارتنداز خواص فیزیکی فلزات وسنگهای معدنی که در آنها در قشر جامد زمین بوجود آمده اند و یافت میشوند . مهمترین خواص فیزیکی عبارتند از :

۱ ـ وزن مخصوص وقدرت ته نشین شدن ورسوب کردن

۲ـ رنگ وجلاء

۳ ـ فشار سطحی Surface tension وکاپی لاریتی Capilarity و خـواص فلوتاسیون

٤ ـهدایت جریان و نیروی الکتریکی

٥ ـ خواص مقناطیسی

٦ ـ سختی وشکنندگی

۷ ـضریب اصطکاك

۸ ـ چرب بودن وحالت صابونی داشتن

۹ ـتغییرخواص میکانیکی دراثر گرما

۱۰ ـفرتوت وازهم متلاشی شدن

اختلافات زیادی که در وزن مخوص بعضی از سنگهای معدنی فلز دارموجود است بهترین وسیله برای جدا کردن آنها ازیکدیگر میباشد .وزن مخصوص سنگهای معدنی وفلزات بین ٤ـ۱۸ تغییرمیکنددرصورتیکه وزن مخصوص سنگهای اصلی که در آنها اغلب فلزات بوجود آمده اندمانند سنگ آهك ـ سیلیکاتهای مختلف، در کـوهی (کوانز) وغیره بین ۲/٥ ـ و۳/٥میباشد .و برای اینکه عمل جدائی بخوبی و بسهولت صورت گیرد وازاین خاصیت بوجه احسن استفاده شود اقلا اختلافی در اوزان مخصوص مواد بمقدار ۱ـ۲ باید موجود باشد

بسیاری ازماشینهای تهیه را بر روی اصول خاصیت ته نشین و رسوب شدن مواد درمایع های مختلف ساخته اند مثل جیك ها(۱) و میزها(۲) و تقسیم کننده های مختلف که بعداً ذکر خواهد شد .

ازخواص رنگ وجلاء استفاده میکانیکی نمیشود ولی در عمل سنگ جوری با دست بهترین وسیله انسانی بشمار میرود وتهیه وآرایش مواداولیه بوسیله سنگ جوری دربسیاری از معادن مخصوصاً درممالکی که مزدکارگر چندان زیادنیست ووسائل دیگر میکانیکی دردست نمیباشدیکی ازبهترین وسائل بوده وعمل میشود .

اصول استخراج مواد اولیه و جدا نمودن قسمت فلزی از مواد غیر فلزی بطریقه فلوتاسیون برروی اصول فیزیکی فشار سطحی و فشار شناوری وبالا آمدن فلزات در

Tables –۲ Jigs –۱

مایعات روغن دار استوار گشته و امروزه این روش مهمترین طریقه تهیه مواد اولیه میباشد . ازطرف دیگر هدایت الکتریکی وخاصیت آهن ربائی قابل ملاحظهٔ که در بعضی سنگهای کانـی مشاهـده میشود باعث شده است کـه از این خواص استفاده نموده و بوسیله آنها در ماشین مخصوصی فلزات ومواد اولیه درهم را جدانمود و از یکدیگر مجزا کرد .

بطور کلی در این فصل مباحث نامبرده درزیر مورد مطالعه قرارمیگیرد .

شکستن وخرد کردن ـ گرد کردن ـ تقسیم ودرجه بندی مواد خرد شده ـ جدا نمودن بوسیله ته نشین شدن ـ فلوتاسیون باروغن ـ وطرق گوناگون دیگر که هر یك بمنظوری وضع گشته وعمل میشود .

شکستن و ریز کردن(۱) ـ ماشینهای مختلف که در کارهای شکستن وتیکه تیکه کردن سنگهای معدنی ومواد اولیه بکار میروندبدوقسمت تقسیم میشوند :

الف) ماشینهای سنگ شکن برای شکستن قطعات بزرگ ودر آوردن آنها باندازه و تیکه های کوچك

ب) ماشینهای گرد کن برای ریز نمودن قطعات وتیکه هائیکه محصول ماشینهای نوع(الف) هستندیعنی قطعه وتیکه هائیکه قطر متوسط ویااندازه یك ضلع آنها کمتر از ۲/۵ سانتی متر است .

شکستن مـواد اولیه و سنگهای معدنـی ممکن است به یکی از دو طریق زیر انجام گیرد :

۱ ـ بـوسیله فشار دوسطح خیلی سخت که بطرف یکدیگر نزدیك میشونـد و مـاده را در بین خود میشکنند. مثل ماشین سنگ شکـن فککی از نوع بـلایـك و یا نوع دورانی.

۲ ـ بوسیله تصادم وبهم خوردن دوجسم سنگین که بین آنهاماده قرار میگیردمثل ماشینهای گرد کن کرهٔ ویامیلهٔ .

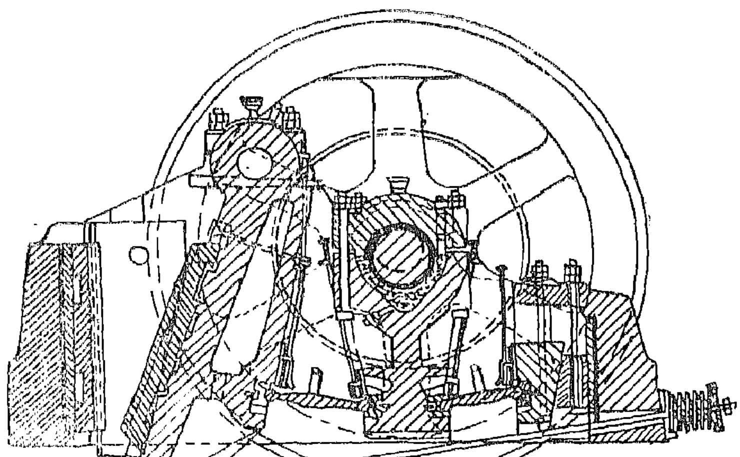
ماشین سنگ شکن فککی از نوع بلایك BLAKE ـ ماشین سنگ شکن بلایك

Crushing —۱

اصولا دارای دو صفحه یا دو فك که یکی از آنها متحرك و دیگری ثابت میباشد و متصل به میله اتصالی و چرخ دورانی است تشکیل میشود .

فك متحرك از قسمت بالا طوری به بقیه بدنه ماشین متصل است که میتواند بطرف فك ثابت دور و یا نزدیك شود. میله اتصالی از طرف دیگر بیاك میله قائم مرکزی وصل شده و میله قائم بوسیله اکسانتریکی eccentric (چرخی که مرکز آن قدری خارج از مرکز معمولی قرار گرفته) به میل لنگ ماشین بسته شده است. میل لنگ از طرفی بوسیله تسمه و قرقره بیاك چرخ گردان FLY-WHEEL که نیرو و انرژی ذخیره شده خود را بمصرف تکان دادن و بحرکت در آوردن فکها میرساند وصل شده است. در ماشین سنگ شکن بلایك فك ثابت بطور قائم و فك متحرك کج و در زاویه تندی قرار گرفته. موادیکه از دهانه فکها داخل میگردند در این زاویه که مانند حلقوم یا گلو ماشین بشمار میرود گیر کرده و در اثر نزدیك و دور شدن فك متحرك از فك ثابت قطر سوراخ گلو بزرگ و کوچك شده و مواد خرد شده و شکسته میشوند

قسمت فوقانی فکها یعنی جائیکه مواد اولیه را بداخل ماشین میریزند موسوم به دهانه فك، و قسمت تحتانی یعنی منفذیکه مواد خرد شده و شکسته شده بیرون میریزند موسوم به گلوی فك میباشد .



سنگ شکن بلیک (BLAKE)

شکل ٤٥- ماشین سنك شکن بلایك

جنس هر دو فك از پولاد یا آهن چکش‌خوار ساخته شده ولی روی سطح خارجی آنها یك لایه نازك از پولاد مانگانیز یا پولاد کرم دار که بسیار سخت میباشد پوشیده شده تا اینکه بتواند در برابر فشار تصادم با اجسام سخت مقاومت نمایند و بر آمدگی یا فرو رفتگی در سطوح آنها هویدا نگردد .

البته در نتیجه استعمال پس از مدت زمانی قطر سوراخ گلو زیاد میگردد و موادیکه در ماشین جهت شکستن و خرد کردن ریخته میشوند باندازه‌های لازم بیرون نمیآیند، در اینصورت تا اندازه میتوان قطر سوراخ گلو را با تغییر بعضی پیچ‌ها تعدیل نمود ولی اگر قطر سوراخ از حد معینی تجاوز کند باید فك را از نو ساخت .

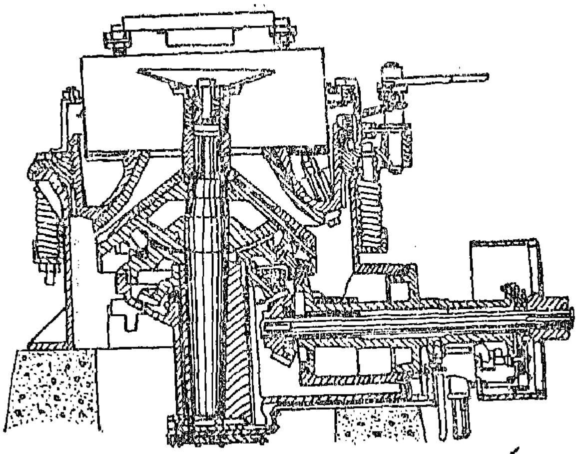
جدول (۱۵) ظرفیت و اندازه ماشینها سنگ‌شکن فکی را نشان میدهد

اندازه دهانه فکها	ظرفیت تقریبی به تن ساعت برای خرد کردن باندازه‌ها				قدرت به قوه اسب
	اینچ	تن	اینچ	تن	
۷×۱۰ اینچ	۱	۲/۵	۲	٦	۷
۲۸×۳٦ «	۲	٤۱	۵	۱۰۵	۸۵
٤۸×٦۰	۵	۱٦٦	۹	۵۷۸	۱۸۵
۸٤×۱۲۰	٦	۱۱۰۰	۱٤	۲۸٤۰	۵۰۰

سنگ‌شکنهای دورانی GYRATORY-CRUSHERS - ماشینهای سنگ شکن دورانی که نمونه آنها در شکل (٤٦ـ٤٧) دیده میشود اصولا از یك بدنه فلزی بسیار محکمی ساخته شده که قسمت فوقانی آنرا یك قطعه موسوم به SPIDER تشکیل داده و این قسمت باید متحمل وزن و فشار میله گردان مرکزی که عمل خرد کردن و شکستن را انجام میدهد شود . قسمت خرد کردنی از قطعات فلزی محدب شکلی پوشیده شده و بوسیله اکسانتریك Eccentric که از طرفی متصل به چرخ دنده ها متعدد و میله لنگ است بحرکت درمی‌آید. چرخ دنده‌ها و قسمت هائیکه محتوی کاسه و ساچمه Ball-bearing میباشد کاملا از غبار و کثافات محفوظ و دائماً با روغن و گریز چرب میشوند . حرکت دورانی Gyratory سبب میشود که قسمت خرد کن دستگاه یا باصطلاح چکش مرکزی به صفحات محدب درونی دور و نزدیك شود و در نتیجه مواد

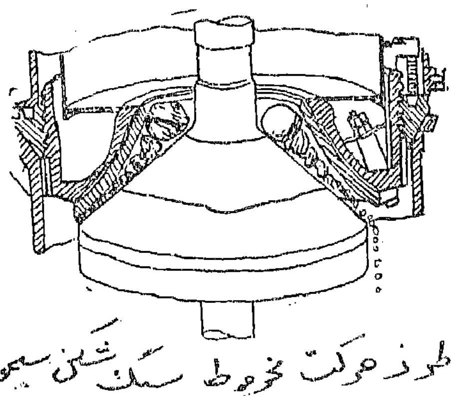
اولیه و سنگهائیکه فیمابین سطوح نامبرده قرار گرفته دراثر فشار تصادم خرد گردد شکل(٤٦و٤٧) و هر قدر پائین تررودچون‌فاصله‌سطوح بیکدیگر کمترمیباشد مواد ریز تر و کوچکتر میگردند تا بالاخره در اندازه های مخصوص به نسبت ٦ به ۱ خارج گردد .

انواع سنگ شکن های دورانی زیاد وبرحسب اینکه قسمت خردکن‌مرکزی آنهابشکل مخرط یابشکل صفحه (بشقاب)باشدتغییرمیکنندومهمترین آنهانوع سیمونز (SYMONS)میباشد .



سنگ شکن مخروطی سیمونز (SYMONS)

شکل ٤٦ـ سنك شکن مخروطی سیمونز



طرز حرکت مخروط سنگ شکن سیمونز

شکل ٤٧ـ طرز عمل قسمت خردکن سنك شکن سیمونز

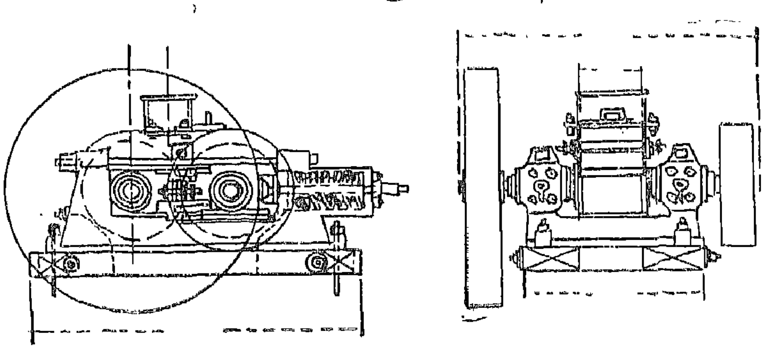
جدول (۱۶) ظرفیت و اندازه سنك شکن های دورانی

اندازه دهانه ماشین	ظرفیت بتن ساعت برای خرد کردن با اندازه ها				قدرت بقوه اسب
	اینچ	تن	اینچ	تن	
۲۲×۷ اینچ	۱ ۱/۴	۸	۲/۵	۱۸	۳۰–۲۰
۵۲×۱۴	۲/۵	۵۵	۵	۱۲۰	۱۰۰–۷۵
۸۲×۲۴	۴	۱۵۵	٦	۲۴۴	۱۵۰–۱۲۵
۱۱۴×۳۶	٦	۵۰۰	۸	۷۵۰	۲۰۰–۱۵۰

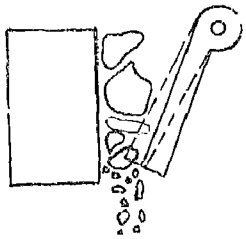
سنگ شکن استوانه یاسیلندری Rolls ـ خرد کن استوانهٔ یاسیلندری همیشه بین دو دستگاه سنگ شکن کار میکند زیرا نمیتوان با آن قطعات بزرگ راشکست. ماشین نامبرده اصولا ازدواستوانه یاسیلندر پولادی توپر که در دو جهت معکوس نسبت بیکدیگر میچرخند ویك چرخ گردان وچند عدد فنزهای محکم وکاسه ساچمه تشکیل شده است

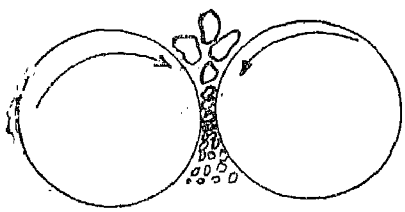
معمولا دانه‌های سنگ که بوسیله ماشینهای سنگ شکن دیگر به قطعات کوچك باندازه گردو یافندق درآمده درزاویه دوسیلندر قرارمیگیرد ودر اثر حرکت استوانه مواد بین آنها گیر کرده وپائین رفته وخرد میشود. یکی ازدواستوانه ثابت ودیگری بوسیله ساچمه های متحرك و فنر های قوی در حرکت می‌آید. فاصله بین دو استوانه ویانسبت خرد کردن وشکاندن را ممکن است بوسیله آلتی موسوم به شیمز Shims تنظیم نمود. چون مواد بایدبین سطوح سیلندرها خرد شودلذاسطوح آنهاراهمیشه ازیك

نرم کن استوانهٔ (ROLLS)

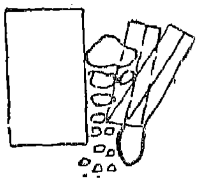


شکل ۴۸ــ سنك شکن و نرم کن استوانهٔ

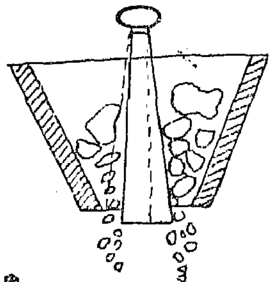


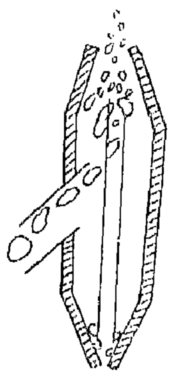


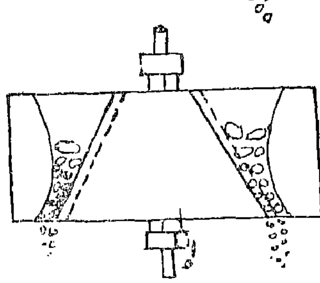
شکل ۴۹- طرز حرکت و نرم کردن
استوانه های نرم کن



شکل ۵۰ - طرز عمل سنگ شکن فککی







شکل ۵۱- طرز عمل و حرکت سنگ‌شکن مخروطی   شکل ۵۲-طرز عمل و حرکت سنگ شکن دورانی بشقابی

لایه پولاد مانگا نیزیا پولاد کرم دارپوشش نموده‌اند که بتواند بخوبی در برابر خراش و فرسایش مقاومت کند وروی سطوح آن بر آمدگی وفرورفتگی بوجود نیاید .

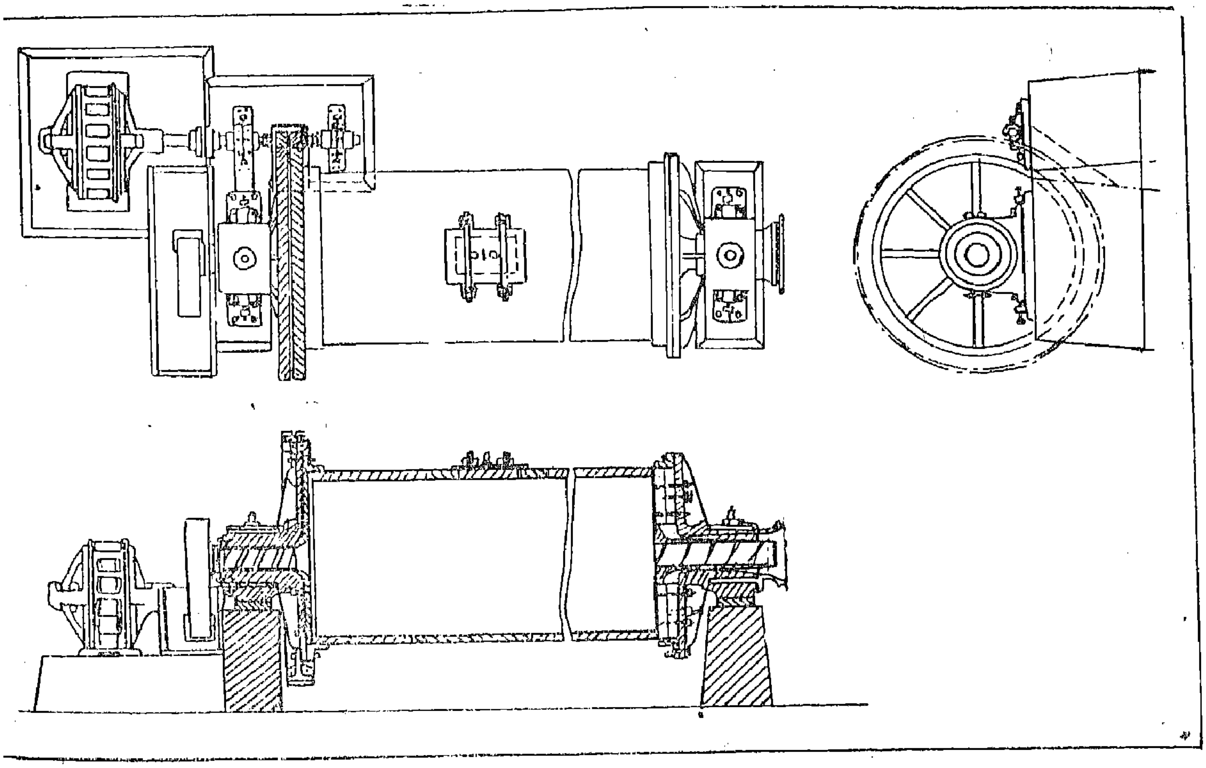
آسیابهای میکانیکی

۱ ـ دستگاه نرم کن استوانهٔ(۱)ـ ساده ترین نوع اسباب استوانه میله ای دستگاهی است کـه از یـك استوانه پـولادی بقطر ۱ ـ ۱/۵ متر وبدرازای ٤ـ۷/۵ متر که جدار درونـی آن از دانـه‌های بزرگ سنگ چقماق وریگ(سیلکس Silex) ویاقطعات

۱- Tubemill

پولادی مواج تشکیل شده و دو انتهای آن بر روی دو ستون بتون مسلح قرار گرفته و بوسیله دنده های مختلف که از طرفی متصل به موتور الکتریکی است بحرکت می آید

معمولا سنگها و مواد اولیه ای که بقطعات کوچکتری از درون منفذ خروجی دستگاه سنگ شکنهای مختلف بیرون میآیند برای اینکه ریز تر و نرم شوند بوسیله آلت مخصوصی وارد ماشین گرد کن یا آسیاب میگردند، ضمناً هم مقداری

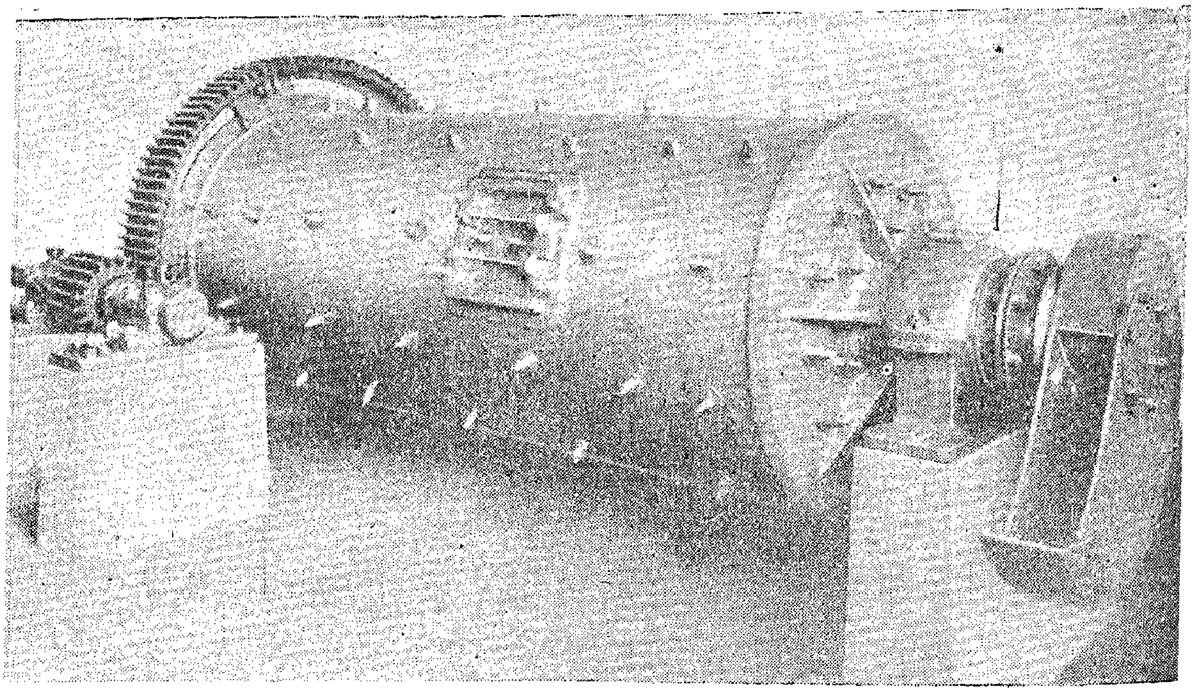


شکل ۵۳ - دستگاه آسیاب استوانهٔ میله

ریگ وسنگ چقماق یاقطعاتیکه باید خرده و نرم بشوند بداخل ماشین میریزند ،موتور را به راه انداخته و آسیاب بحرکت دورانی درآمده وهر دقیقه ۲۰ ـ ۳۰ دورمیزند . هنگام دوران استوانه، محتویات درونی آن یعنی ریگ وسنگهای چقماق باموادیکه باید خرد ونرم شوند بسمت بالا رفته و بعداً در اثر نیروی جاذبه زمین بطرف پائین

Tubemill (۱)

سرازیر گشته وروی‌هم ریخته میشوند ودر ضمن افتادن و ریختن مقداری از مواد که باید نرم‌شوند دراین‌بین خرد کرده وباخود پائین می‌آورند. دوران‌وچرخش استوانه و محتویات درونی آن همچنان ادامه دارد تا اینکه مواد اولیه کاملا خرد شده‌وبشکل گرد در آید واز انتهای دیگران خارج‌شود.عمل‌آسیاب‌وگرد کردن‌دردستگاه‌نامبرده ممکن‌است‌بطریق‌خشک ویااینکه‌تروباآب‌انجام گیردوالبته طریقه‌دومی‌یعنی تربیشتر معمول‌است ؛ دراینصورت‌به‌مقدار۳۵٪ حجم موادآب‌اضافه‌میشودتااینکه موادبشکل گل‌ولایه‌ولجن وار در آید.



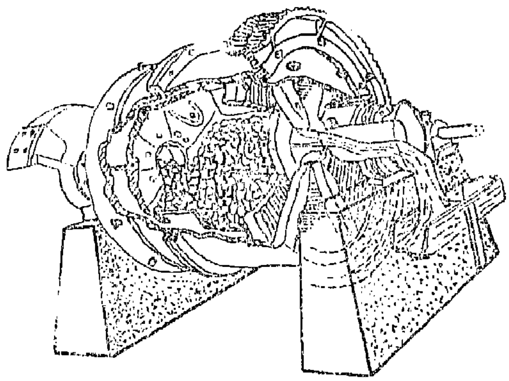
شکل ٥٤ — آسیاب گلولهٔ دنور(۱)

۴ ـ اسیاب‌مارسي ـ ماشین نرم کن‌مارسی Marcy ازحیث اصول ساختمانی عیناً مانند آسیاب استوانه ایست که ذکر شدجزاینکه آسیاب مارسی از حیث طول کوتاه‌تر ولی از حیث قطر بزرگتر وضخیم ترمیباشد .بدنه آن‌از یك استوانه پولادی تشکیل شده ودرون آن از قطعات پولاد مانگانیزیاکرم‌دار بشکل‌آستر‌ولایه پوشیده شده وعـامل خرد کننده در آن‌یکعده گلوله‌های پولادی میباشد .مواد با مقداری آب

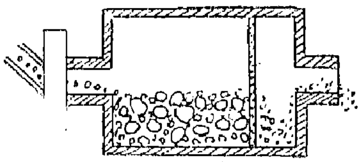
---

۱ - Denver Ballmill

از یکطرف داخل شده ودر موقع چرخیدن ودوران استوانه گلوله ها روی هم پائین ریخته ولابلای خود مواد را خرد ونرم مینمایند . در انتهاء دستگاه نامبرده یك صفحه مشبك و یا تورفلزی قرار گرفته که اندازه قطر سوراخهای آن قابل تنظیم میباشد والبته موادخرد شده ایکه خارج میگردد باید کوچکتر وریزتر ازسوراخها بوده تابتوانند بیرون آیند . گلوله‌های خرد کننده ازپولادکرم یا منگانیز بقطرهای ۵ـ۱۵ سانتی‌مترساخته شده‌اند ومقداروتعدادآنها برحسب ظرفیت آسیاب تغییر میکند .



شکل ۵۵- آسیاب گلوله مارسی

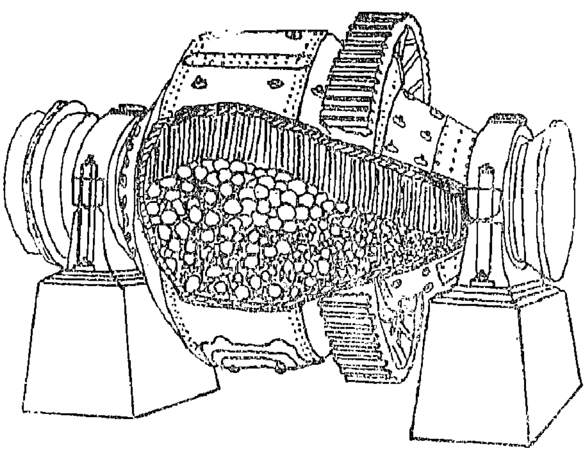


شکل ٥٦- طرز عمل آسیاب مارسی

۴ـ آسیاب مخروطی هاردینج The Hardinge Ballmill- ماشین گرد کن مخروطی که بوسیله شرکت هاردینج ساخته‌میشود وبهمان اسم معروفیت دارد از دومخروط ناقصی که ازسمت قاعده بیك استوانه کم‌عرض مانند کمر بند متصل میباشد واز صفحات پولادی کلفت پرچ شده ساخته‌شده است تشکیل میگردد. جدار درونی آسیاب یا از صفحات پولادی سخت منگانیز ویاکرم دارد ویا ازآجرهای سخت سیلیسی پوشش یافته و برحسب اینکه عامل خردکن گلوله فلزی ویا سنگهای چقماق باشد تغییر میکند.

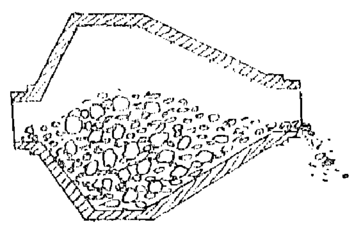
میکانیزم حرکت و چرخش و استقامت آن عیناً مانند ماشینهای فوق الذکر میباشد و با آنها دراین قسمت چندان تفاوتی ندارد . شکل مخصوص این آسیاب یعنی دوانتهای مخروطی وبدنه استوانهٔ آن سبب میشود که گلوله های فلزی بزرگتر درقسمت استوانه‌وگلوله‌های کوچکتردرقسمت مخروطی عمل خوردکن ونرم کردن را انجام دهندوبدین لحاظ موادیکه برای آسیاب شدن بداخل دستگاه واردمیشوند

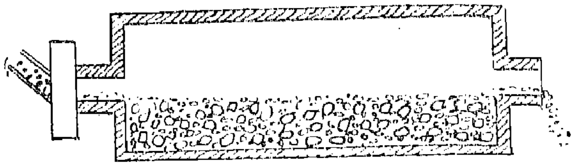
ابتداء درقسمت استوانه ماشین خردشده و بعداً درقسمت مخروطی کاملا ریزو نرم گشته و بشکل گرد از انتهاء قسمت مخروطی بیرون میریزد. گلوله های خرد کن فلزی معمولا از پولاد مانگانیز یا کرم دار در سه اندازه ساخته شده‌اند. گلوله‌های بزرگ بقطر ۱۲/۵ سانتی‌متر؛ گلوله‌های متوسط ۸/۵ و گلوله‌های کوچك بقطر ۶ سانتی‌متر میباشند ظرفیت این نوع آسیاب ها برحسب اندازه قسمت استوانه آنها تغییر میکند. مثلا آسیاب‌هاردینج ۲/۵ متر × ۸۰ سانتی متر یعنی آسیابیکه قطر قسمت استوانه آن ۲/۵ متر وعرض استوانه ۸۰ سانتی متر میباشد



شکل ۵۷ — آسیاب مخروطی گلوله هاردینج

۴ ـ آسیاب استوانه‌ای میله‌ای ـ ماشین گرد کن میله‌ای از حیث ساختمان و دستگاه محرکه درعمل عیناً مانند ماشینهای گرد کن ویا آسیابهای گلوله‌ای مخروطی میباشد بااین تفاوت که شکل آنها استوانه وعامل خرد کردن در آنها درعوض گلوله‌های

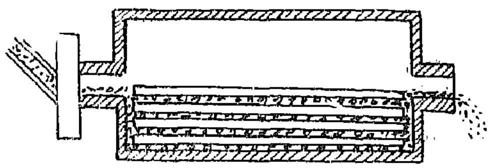




شکل ۵۸ — طرز کار آسیاب مخروطی هاردینج

شکل ۵۹ — طرز کار آسیاب استوانه‌ریگی

پولادی یکعده میله ها (آهن گرد) طولانی که درازای آنها قدری کمتر از درازای استوانه است میباشد. پوشش درونی آسیاب از قطعات پولادی موج دار تشکیل شده بطوریکه دراشکال ۵۳ و ۶۰ دیده میشود درموقع چرخش استوانه میله های روی هم افتاده وموادرا در بین خود خرد میکنند. ظرفیت آسیاب نامبرده بمراتب زیادتر از آسیاب های دیگر است زیرا بطوریقین معلوم گشته که سطح تماس بین دو میله آهن ومواد دیکه باید خرد شوند بیش از سطح تماس نقاطی است که بین دو گلوله فلزی وجود دارد، از طرفی دیگر، فرسایش و سائیده شدن و از بین رفتن میله ها در نتیجه کارا گـر کمتر از گلوله ها نباشد حتماً بهمان اندازه خواهد بود؛ بدین جهت این نوع آسیاب های میله ای متدرجاً انواع دیگر را در صنعت پس زده و در بسیاری از کارخانجات آرایش وتهیه موادمعدنی شایع ومتداول گشته اند.



شکل ۶۰ — طرز کار آسیاب استوانه میله ای

درجه بندی مواد خرد شده (۱)

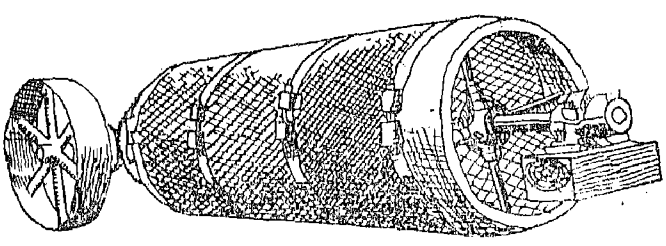
غربالهای میکانیکی - ۱- غربیل میله ای- برای اینکه قطعات بزرگ وضخیم از قطعات وتیکه های کوچك جدا گردند ویك درجه بندی ابتدائی انجام گیرد تمام مواد وسنگهائیکه از معدن استخراج میشوند و بوسیله ماشینهای مختلف بـه انبار هاو بـه دستگاههای سنگ شکن نقل میگردند بایستی ابتداازروی یکعده غربیلهای میله ای که اصولا از چند عدد ریل ویامیله های آهن گرد کلفت که در فواصل معین بیکدیگر متصل شده و بشکل شبکه در آمده اند بگذرد و بدینشکل قطعات ناهنجار وبزرك از تیکه های کوچك که دیگر احتیاجی بترکاندن با دینامیت ندارند مجزا گردند.

Mechanical screens -۲ Sizing andscreening -۱

فواصل و فضای خالی بین دوریل و یا دومیله‌هم جوار بستگی به درجه تقسیم‌بندی و اندازه مواد دارد و برای اینکه موادی که‌روی‌اینگونه‌غربیلها ریخته میشوند بسهولت لغزیده‌و بدین‌ترتیب‌قطعات‌بزرك‌از‌كوچك‌جدا شوند . معمولاً آنهارادرزاویه‌تندی‌از ۴۵ درجه به بالا قرار میدهند و فواصل میله ها از یکدیگر در انتهای غربیل باید قدری بیشتر از سرغربیل باشد تا اینکه سنگها بین آنها گیر نکرده و غربیل را خفه نکنند

۳- غربیل استوانه‌گردان - غربیل‌گردان از یك استوانه‌که خود از قطعات فلزی مشبك و سوراخ داری ساخته شده و بدور محوری کـه با سطح افقی زاویه تندی میسازد تشکیل یافته است . مواد و سنگهائیکه تا درجـهٔ شکسته و خرد شده از منفذی بداخل آن ریخته میشوند؛قطعات ریز و کوچك که ابعاد دو قطرشان کمتر از قطر سوراخ های غربال بوده در اثر چرخیدن و گردش غربـال بخارج افتاده و قطعاتیکه بزرك بوده از انتهاء غربال خارج شده و در محل دیگری جمع میشوند و یا اینکه مجدداً بدستگاههای‌سنگ‌شکن برای خردشدن‌مجدداًمیروند

سرعت‌گردش‌سرندبر حسب قطران واندازه‌که باید مواد خرد شوند از ۸-۳۰ دور در دقیقه تغییرمیکندو موادی که‌درآنهاتقسیم‌بندی میگردند ممکن‌است‌خشك بوده‌و یا تر و لجن‌وارباشند. قسمت بدنه سرند ممکن است از قطعات پولاد سوراخ دارو منگنه شده و یـا از تـور سیمی بافته شده باشد و در مواردی که ممکن است در مواد املاح اسیدی‌موجود باشد بدنه سرند را از مفرغ و یا همبسته های دیگر مس میسازند تـااینکه ازفاسدشدن وخورده‌شدن‌جلوگیری بعمل‌آید .



شکل ۶۱ - سرند گردان میکانیکی

جدول (۱۷) درجه بندی سوراخ سرندها برحسب تایلر Tyler به‌نسبت ۱/۴۱۴ یا $\sqrt{2}$.

اندازه سوراخ به میلیمتر	اندازه سوراخ با اینچ	مش (واحد انگلیسی) MESH	قطر سیم با اینچ که‌درساختن سرندها بکارمیرود
۲٦ر٦٧	۱ر۰۵۰	—	۰ر۱٤۹
۱۸ر۸۵	۰ر۷٤۲	—	۰ر۱۳۵
۱۳ر۳۳	۰ر۵۲۵	—	۰ر۱۰۵
۹ر٤۲۳	۰ر۳۷۱	—	۰ر۰۹۲
٦ر٦۸۰	۰ر۲٦۳	۳	۰ر۰۷۰
٤ر٦۹۹	۰ر۱۸۵	٤	۰ر۰٦۵
۳ر۳۲۷	۰ر۱۳۱	٦	۰ر۰۳٦
۲ر۳٦۲	۰ر۰۹۳	۸	۰ر۰۳۲
۱ر٦۵۱	۰ر۰٦۵	۱۰	۰ر۰۳۵
۱ر۱٦۸	۰ر۰٤٦	۱٤	۰ر۰۲۵
۰ر۸۳۳	۰ر۳۲۸	۲۰	۰ر۷۱۲
۰ر۵۸۹	۰ر۲۳۲	۲۸	۰ر۰۱۲۵
۰ر٤۱۸	۰ر۱٦٤	۳۵	۰ر۰۱۲۲
۰ر۲۹۵	۰ر۰۱۱٦	٤۸	۰ر۰۰۹۲
۰ر۲۰۸	۰ر۰۱۱٦	٦۵	۰ر۰۰۷۲
۰ر۱٤۷	۰ر۰۰۸۲	۱۰۰	۰ر۰۰٤۲
۰ر۱۰٤	۰ر۰۰٤۱	۱۵۰	۰ر۰۰۲٦
۰ر۰۷٤	۰ر۰۰۲۹	۲۰۰	۰ر۰۰۲۱

درجه بندی مواد نرم شده و ته نشین شدن آنها

وقتیکه درجه خرد کردن و نرم‌شدن‌مواد و سنگهای معدنی از اندازه معینی تجاوز میکند و مواد بصورت ذرات بسیار ریز و ذره بینی درمیآیند درجه و تقسیم بندی و جدا کردن اندازه‌های مختلف آنها از یکدیگر بوسیله غربال و سرندهای میکانیکی بسیار مشکل میشود زیرا نه فقط ساختن سرندهای ظریف باسیمهای بسیار نازك کار آسان و بصرفه نمیباشد بلکه از طرفی دیگر ظرفیت و بازده اینگونه غربالها چندان رضایت بخش نخواهد بود بویژه هنگامی که مواد نرم شده با آب مخلوط بوده و بشکل لجن (پولپ) و گل ولای درآمده باشد . در درجه‌بندی مواد بسیار ریز و نرم، غربال و سرندها چندان مفید و

عملی واقع نمیشوند و باید از خواص ته نشین شدن و سقوط اجسام در آب برحسب وزن مخصوص و خواص فیزیکی دیگر آنها استفاده نمود. برای انجام این منظور وسائل و اسبابهای متعددی ساخته شده که درطرح ساختمانی آنهااصول زیرین مراعات گردیده.

۱ـ اگر دوجسمی دارای دو وزن مخصوص مختلف باشند آنکه دارای وزن مخصوص بالاتر یعنی سنگین‌تراست زودتر وسریعتر سقوط میکند.

۲ ـ یک جسم بزرك بمراتب زودتر و سریعتر از یك جسم کوچك در آب ته نشین میگردد.

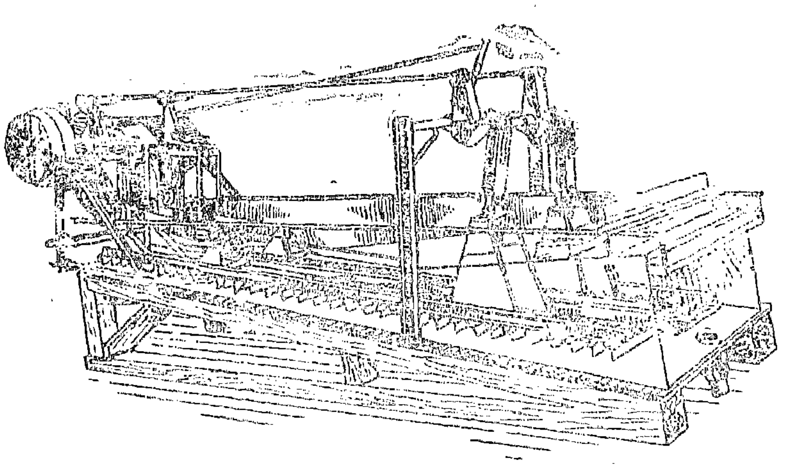
۳ ـ از اجسام و موادی که از روی غربال و یا سرندی عبور میکنند آنهائی که مسطح و پهن ترند دیرتر ازاجسام دراز و باریك میافتند و از سرند خارج میگردند.

٤ ـ سقوط اجسام و ته نشین شدن آنها در مایعاتی که وزن مخصوص آنها کم و پائین است زودتر انجام میگیرد؛ بدین ترتیب اگر مقداری مواد اولیه و یا سنگ معدنی خردشده که در اندازه و شکل وحجم و وزن مخصوص مختلف باشند درظرفی که محتوی آب است ریخته و یا انداخته شوند،تمام ذرات ها و قطعات پیروی از از دستورات نامبرده در بالا نموده و برحسب آنها تقسیم بندی میگردند،بدینمعنی که قطعات بزرك در زیر و روی آنها تیکه های متوسط و بعداً کوچك و سبك‌تر قرار میگیرد. حالا بشرح بعضی‌ازاسبابهائی که برای‌تقسیم ودرجه بندی‌مواد در آب‌برحسب وزن‌مخصوص وضع گردیده‌اند ودراختیارصنعت آرایش‌وتهیه موادمعدنی‌قرار گرفته‌اند می‌پردازیم.

۱ ـ مخروط کالو CALLOWCONE ـ یکی از ساده‌ترین وسائل تقسیم بندی مواد نرم شده که در آب بشکل لجن و گل و لای (۱) (پولپ) درآمده است مخروط کالو میباشد. اسباب نامبرده از یك مخروط واژگون که از صفحات نازك پولادی ساخته و در رأس آن منفذی که به دو مجرا یا یك دور اهی متصل است

Pulp -۱

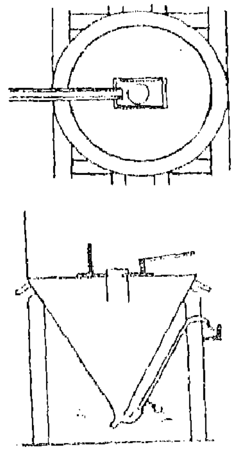
تشکیل یافته؛ در این مخروط مواد اولیه به دو نوع تقسیم بندی میشوند : نوع اول تیکه‌های درشت و دانه‌هائی که باندازه ماسه میباشند . اینگونه مواد ازرأس مخروط که در ته آن قرار گرفته بوسیله لوله‌ای که‌مانند(شتر گلو و یا گردن قاز است(شکل ۶۳) جدا شده و در مخزن دیگری میریزد . نوع دوم ذرات بسیار ریز است که مانند لجن ابتداء از قاعده مخروط لب‌ریز شده و از حلقه‌ای که دوران قرار گرفته بمخزن و ظرف دیگری میریزد . آب در تحت فشار را از یك منفذ دیگری که متصل به لوله شتر گلو است و نزدیك به رأس مخروط میباشد بدرون مخروط داخل میکنند تا اینکه یك جریان معکوس و ضد جریانی به موداددی که بر حسب وزن مخصوص سقوط میکنند بدهد و در نتیجه قطعات درشت و سنگین پائین رفته و ذرات سبك وزن از لب و حاشیه مخروط با آب اضافی خارج ریخته و بمخزن دیگری میروند بطوریکه گفته شد وظیفه این‌دستگاه‌فقط جدا نمودن ماسه از لجن و درشت از ریز است و یا گاهی اوقات برای اینکه آب زیادی مخلوطی‌را بکاهدو برغلظت آن بیافزاید .



شکل ۶۲ - تقسیم کننده دور

۴ـ تقسیم کننده‌دور Dorr classifier ـ تقسیم کننده دور نیز مانند وسیله

قبلی یعنی مخروط کالو مواد را به دو محصول درشت وریز ویاجهت تغلیظ و کم کردن آب موادی که بحالت (پولپ) گل ولجن میباشند بکار میرود. بطور کلی تقسیم کننده Dorr ازیك مخزن یاصندوق پولادی مکعب مستطیلی که کف وقاعده آن دارای شیب ملایمی میباشدودوعدد پاروی خودکار میکانیکی بدان متصل است تشکیل شده. این دو پارو بوسیله میکانیزم مخصوص موسوم به Bell - crank meckanism طوری متصل است که هنگامیکه یك پارو مواد را بطرف بالا میکشاند دومی قسمتی دیگر ازموادرا بطرف پائین وسراشیبی دستگاه حرکت میدهد ودر اینصورت در فشار وارده تعادل وتوازنی برقرار میگردد . موادیکه با آب مخلوط شده و در حالت درهم ومختلط هستندازطریق ناودان مخصوصی که درشکل (۶۲) دیده میشود ازانتهاء وقسمت پائین دستگاه داخل شده وبعدا بوسیله پاروها بر روی سطح مورب بطرف بالا کشیده میشوند . در بین راه با آب اضافی مواجه شده ومواد خود را برحسب وزن مخصوص درجه بندی نموده، مواد ریز و سبك وزن که بحالت لجن میباشند وبزودی ته نشین نمیگردند درآب معلق مانده از قسمت لب ریز بخارج برده میشوند درصورتیکه مواددرشت وماسه مانند که بوسیله پاروها بالا برده میشوند از ناودان مخصوص دیگری خارج میگردند. پاروهادرهر دقیقه ۱۲-۳۵ مرتبه حرکت میکنند. مقدار واندازه ودرجه بندی یعنی ریزی و درشتی محصول را میتوان بوسیله سرعت پاروهاوسرازیری وشیب دستگاه ووزن مخصوص کلیه پولپ را تنظیم نمود .



شکل ۶۳ - تقسیم کننده کالو

۳- غلیظ کننده دور Dorr - thickener - غلیظ کننده دور ازیك مخزن استوانهٔ شکلی بقطر ۳-۲۰ متر و به بلندی ۵-۱/۵ متر که از قطعات پولادی پرچ شده ساخته شده تشکیل شده است. درمرکز استوانه یك میله عمودی که بدستگاه محرکی متصل است دروسط مخزن آویزان شده وبدان چهارپاروودستك شعاعی وصل میباشند پاروهای شعاعی میتوانند بسرعت ۳ متر در دقیقه حرکت کرده و مواد را طوری بهم

زنندکه آن قسمت که باید ته نشین شودزودتر رسوب کند ودرقسمت مرکز قاعده مخزن بماند تااینکه بیرون آوردن آنها ازمنفذیکه کاملا درمرکز قاعده جهت اینکار ساخته شده سهل و آسان باشد .

در بالای مخزن و در حول لبه آن یك ناودان مدوری قرار گرفته که مواد لجن‌دار که نمیتوانند رسوب کنند و تامدت زیادی درآب معلق میمانند با آب زیادی خارج شوند . نیروی لازم برای غلیظ کننده ها برحسب ظرفیت آنها تغییر کرده و بین $\frac{1}{4}$ الی ۲ قوه اسب است. غلیظ کننده‌ها بیشتر دراستخراج طلاو نقره بطریقه سیانوراسیون که در بخش سوم خواهیم دید موارد استعمال بسزائی دارند .

درجه بندی مواد نرم شده برحسب ثقل(۱) اجسام

کلیه ماشینها و دستگاه هائیکه مواد خام معدنی و مواد اولیه دیگر را به دو دسته پرعیار و کم عیار تقسیم میکنند از یك اصل کلی استفاده میکنند و آن این است که اجسام مختلف دارای اوزان مخصوص ومختلفی هستند که درآب یا مایعات دیگر اختلاف نامبرده ظاهر میگردد و البته آنهائیکه دارای یك وزن مخصوص و به یك شکل میباشند باهم ودرآن واحد ته نشین میگردند.

آرایش و تهیه مواد کانی پس از اینکه برروی آنها عملیات خرد کردن ـ نرم کردن و درجه بندی شدن انجام گرفت شامل سه مرحله دیگر نیزمیباشد

۱ـ جداگشتن شن وماسه درشت ازیکدیگر ۲ـ جدا کردن شن و ماسه های نرم و ریز ۳ـ جدا کردن مواد بسیار زیر و لجن‌وار

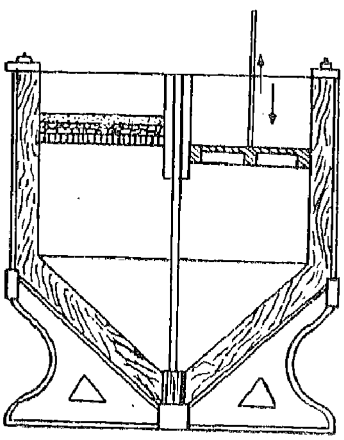
البته واضح است اگر هراینه در مواد کانی قطعات درشت‌تراز حد معین و مواد معدنی خالص و بدون قشر و گانگ موجود باشد باید آنها را بوسیله دست جوری ازکلیه مواد دیگر جدا نمود و برداشت زیرا لزومی ندارد که قطعات نامبرده با بقیه مخلوط گردد ولی اغلب اتفاق میافتدکه مواد معدنی نسبت بموادی که زیاد قشر کان و یا گانگ دارند بقدری کم و غیرقابل ملاحظه است و یا اینکه بشکل ذرات بسیار ریز درآمده اندکه بدون عمل خرد کردن ـ نرم نمودن ـ باآب مخلوط کردن و تقسیم و درجه بندی نمودن باوسائلی که ذکرشده‌ومیشود میسر نخواهدبود

Gravity Classification (۱)

و بهیچوجه ممکن نیست که قسمت پرعیار را از کم عیار جدا نمود .

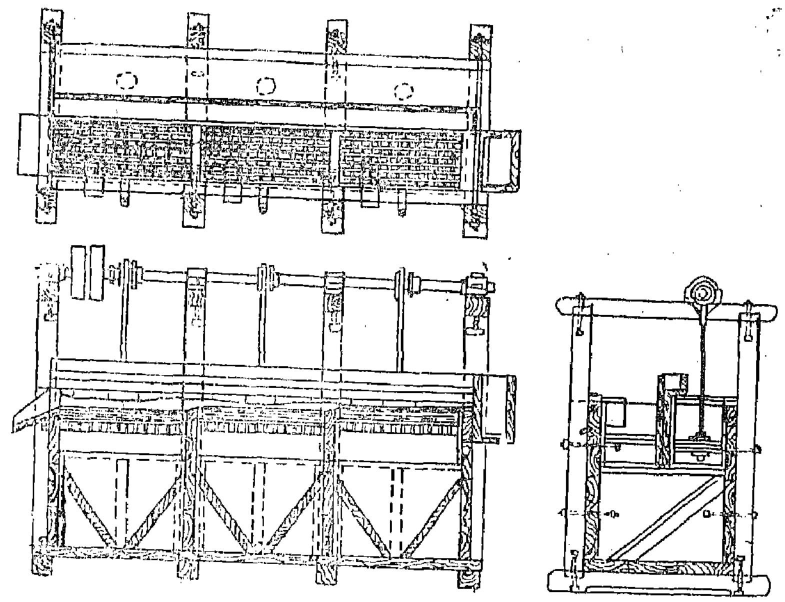
اگر یك ماده معدنی از دو نوع یا دو قسمت فلزی بهادار وقسمت خاکی بی‌بها ترکیب شده باشد پر عیار نمودن قسمت فلزی و جدا کردن از قسمت خاکی نسبتاً سهل و آسان است . زیرا میتوان مواد را ابتداء باوسائلی که ذکر شد خرد کرده و کاملا نرم نمود وسپس درشت و ریزرا بوسیله غربال مجزا کرد و بعداً بقیه را بوسیله درجه و تقسیم بندی برحسب وزن مخصوص در آب بقسمت پرعیار Concentrate ازبقیه جدا کرد برای اینکار دستگاهها و اسبابهای مخصوصی بکار میروند که مهمترین آن ها عبارتند از ۱ـ جیك‌ها ۲ـ میزهای مختلف . ۳ـ وماشینهای فلوتاسیون .

۱ـ دستگاه جیك Jigging ـ هرگاه مقداری مواد معدنی که در یك اندازه مساوی خرد شده و مناسب میباشند ولی ذرات موجود دارای اوزانهای مختلف هستند و تمام آن روی سطح مشبك و توری که محتوی سوراخ‌های زیاد و بسیار ریز است واقع گردد و دفعة در آب فرو برده شوند خواهی نخواهی یك تقسیم و درجه بندی بین مواد صورت خواهد گرفت .



شکل ٦٤ ـ جیك ساده

حال اگر این فرو بردن و بالا آوردن در آب بطور مستمر ادامه یابد رفته رفته ذرات ومواد برحسب وزن مخصوص در داخل دستگاه به چند طبقه و یاچند لایه رویهم قرار میگیرند بدین ترتیب که مواد سنگین پائین و سبك روی آن . بمنظور تقسیم بندی و پر عیار نمودن مواد معدنی خام که اندازه قطر آنها بین ۲ـ ۳۰ میلیمتر میباشد دستگاه جیك بهترین وسیله میباشد زیرا هیچ دستگاه دیگری نمیتواند جای جیك را بگیرد . قسمت غربیل و یاتوری جیك ممکن است ثابت و یا متحرك باشد . یعنی در یك نوع مواد باید بالا و پائین برده شوند و در نوع دوم قسمت توری و یاغربال دستگاه بحرکت درآمده ومواد ثابت میمانند .



(HARZ JIG) جیگ هارتز

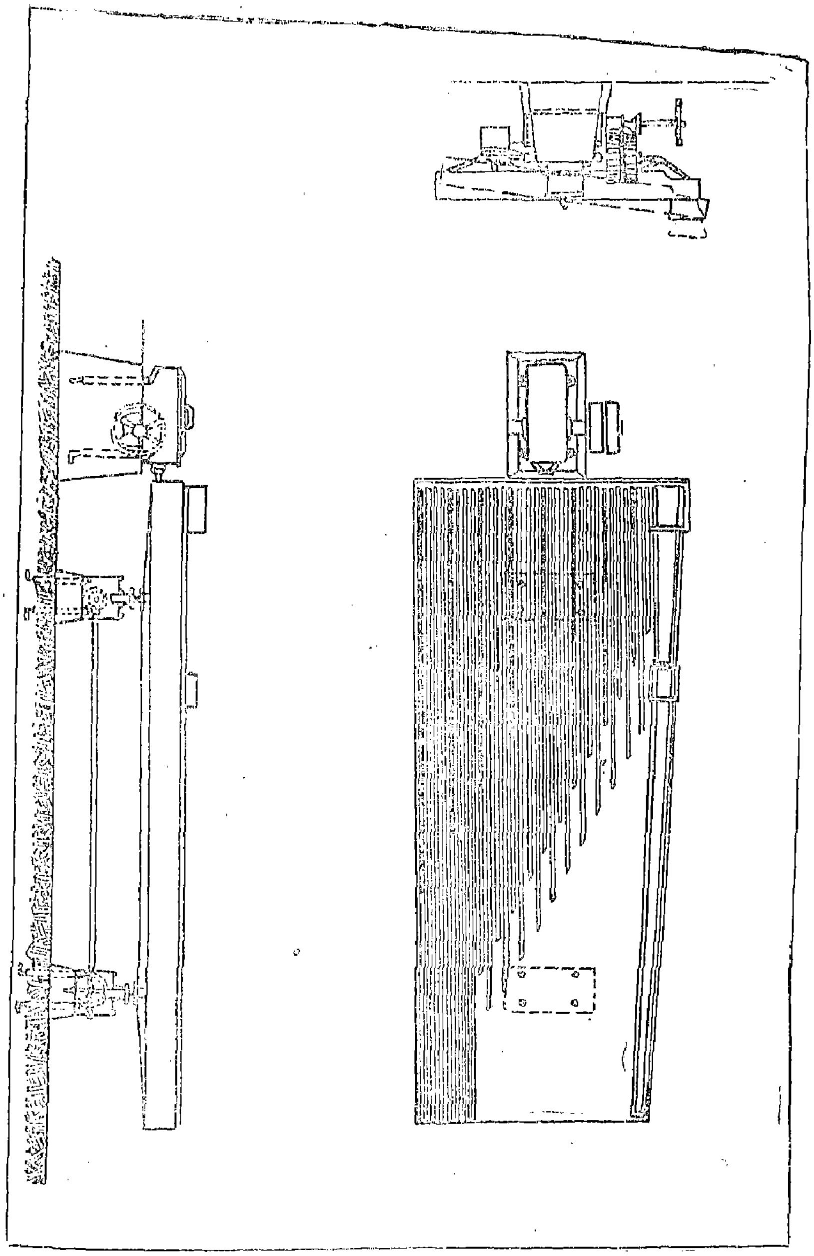
شکل ٦٥ - جیك هارتز آلمانی

اصولاً جیك از یك مخزن یا صندوق مكعب مستطیلی كه قسمت تحتانی آن مخروطی بشكل قیف بوده و از تخته ساخته شده است تشكیل میگردد . داخل صندوق نامبرده بوسیله یك مانع یا یك دیواری بدو قسمت یعنی غربال و سرند و قسمت جایگاه پیستون تقسیم شده است . دیوار وسطی طوری ساخته شده است كه مانع رفتن آب از یك قسمت بقسمت دیگر نمیگردد. چون قسمت غربال جیك ثابت است لذا موقعی كه پیستون پائین میاید آب ازقسمت زیر شبكه و تورغربال بسمت بالا از درون مواد فشار آورده و مواد نرم شده را در خود معلق نگاه میدارد. چند لحظه بعد پیستون بالا رفته و آب بسطح اولی خود بر میگردد و در این موقع ذرات و مواد معدنی برحسب وزن مخصوص و اندازه كه دارند تقسیم بندی نموده و روی سطح شبكه غربال قرار میگیرند؛ بدین ترتیب ذرات و تیكه های معدنی فلزی درطبقه پائین و مواد خاكی كه گانگ را تشكیل میدادند روی آنها می نشینند و یا در اثر فشار آب لبریز شده و داخل جیك دیگری رفته و یا اصلاً بخارج

ریخته میشود. در نوع دیگر ممکن است قسمت غربال متحرك باشدوجریان آب در داخل آن ثابت و غربال بوسیله آلتی بطور تناوب بطرف بالا و بطرف پائین حرکت کرده و موادرا تقسیم بندی مینماید.

اصولا پرعیار نمودن یا کنساتراسیون مواد کانی روی میز اگر روی سطح صاف موربی که باسطح افق زاویه «« را میسازد دو قطعه مکعبی شکل که دارای وزن مخصوص مختلف هستند قرار گرفته باشد و بوسیله مقدار ابیکه روی میز جریان دارد کاملا غرق شوند البته فشار جریان آب برروی مکعبی که دارای وزن مخصوص کمتر است بیشتر خواهد بود ولی مقاومت اصطکاکی هر دو مکعب ها یکسان و یك اندازه می باشد. بنابراین درنتیجه تنظیم سرعت جریان آب و زاویه انحناء میز یعنی «نقطهٔ خواهد رسید که مکعب بزرگتر (سبك تر) بطرف پائین حرکت کند، ولی مکعب کوچکتر (سنگین تر) بهمان حالت روی میز باقی بماند. این اصول در ساختمان و طرز عمل پر عیار نمودن بر روی میزهای مختلف و برروی تسمه فرو Frue vanner بکار رفته است.

پر عیار نمودن روی میز ویلفلی Wilfley Table ـ میز ویلفلی یك میز مستطیل شکلی است که بطور مورب ولی قائم بمحور نوصان Reciprocation قرار گرفته بقسمی که همیشه یك غشاء باریك یا یك طبقه نازك آب و مواد نرم شده کانی برروی سطح آن درحرکت میباشد. حرکت نوصانی که بوسیله یك موتور الکتریکی متصل به یك اکسانتریك بمیز داده میشود طوریست که میز میتواند بین ۲۵۰ـ۳۷۵ دفعه در دقیقه باندازه ۱/۵ـ۳ سانتیمتر بجلو و عقب رفت و آمد کند و نوسان زند. میز را برروی اساس بتونی میسازند و در قسمت انتها آن آلات تنظیم کننده قرارگرفته که بوسیله آن ممکن است اندازه شیب و مشخصات دیگر آنرا تغییر داد. میز ویلفلی را معمولا از تخته و سطح آن را ابتداء از پارچه ضخیم لینولیم یا برزنت میپوشانند. بر روی این پارچه یك عده شیار هائی در طول میز ساخته شده و بطوریکه درشکل ٦٦ صفحه بعد مشاهده میگردد اغلب شیار ها بغیر از چند عدد نزدیك به وتر میز قطع میگردد. مخلوط مواد نرم شده با آب (پولپ) به نسبت ۱ به ۵ بوسیله صندوقی که



شکل ٦٦ - میز کنسانتراسیون ویلفلی

در کنار میز جای گرفته بر روی سطح میز که در حالت حرکت نوسانی است ریخته شده و بوسیله حرکت نامبرده و آب اضافی ذرات فلزی و خاکی برحسب اوزان مخصوص خود در درون شیار ها بحرکت درمیایند و پس از مدت کوتاهی تقسیم بندی

میکردند . کلیتاً محصولات این میزها سه نوع است :

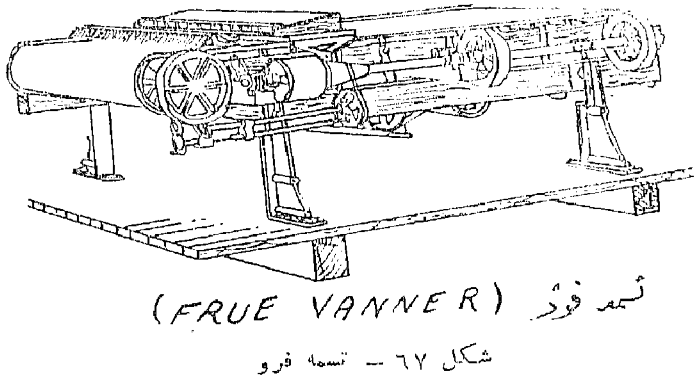
۱ـ نوع پر عیار و یا باصطلاح کنسانترایت Concentrates

۲ـ نوع متوسط نیم عیار و یا باصطلاح میدلینگ Midlings

۳ـ نوع بی عیار و یا باصطلاح تیلینگ Tailings

ظرفیت میز ویلفلی برحسب اندازه آن بین ۵۰ـ۷۵ تن در ۲۴ ساعت تغییر می کند . بهترین محل استعمال میز ویلفلی و میز های مشابه موقعی است که قطر ذرات ومواد اولیه ۵ الی ۰/۱۴۷ میلیمتر باشد زیرا ذرات بزرگتر درجیك بهتر تقسیم میشوند.

۴ـ تسمه فرو (Frue Vanner)ـ برای پرعیار نمودن وتغلیظ مواد معدنی بسیار نرم و ریز که قطر ذرات آنها از ۰/۲۰ میلیمتر کمتر است میز ویلفلی مناسب نمیباشدزیرا حرکت نوسانی میز مانع از این میگردد که ذرات معلقه در آب ته نشین گردند و روی شیار های میز به نشینند و رسوب نمایند . بـرای اینکه مواد و ذرات معدنی بسیار ریز با آب از بین نروند تسمه فرو را ساخته اند . تسمه فرو Frue از یك تسمه لاستیکی عریضی که در کنار حاشیه آن لبه دارد و حول چهار استوانه به قطرهای مختلف(شکل ۶۷)میگرددو تمام این قسمت برروی قاب واستخوان بندی پولادی یا تختهٔای قرار گرفته تشکیل شده است. تسمه لاستیکی اصلی که بطرف سطح مورب وسر بالائی بوسیله دستگاه چرخ و دنده حرکت میکنند دارای یك حرکت جانبی نیز میباشد.



(FRUE VANNER) تسمه فروئر

شکل ۶۷ — تسمه فرو

مواد و ذرات فلزی معلقه درآب بوسیله صندوقی برروی تسمه لاستیکی اصلی که بطرف بالاحرکت میکنند ریخته میشوند . درنتیجه حرکت تسمه بطرف بالا ذرات

فلزی که نسبتاً سنگین بوده روی تسمه باقیمانده و ذرات سبك وزن و خاکی بطرف پائین تسمه شسته شده و بدینقسم مواد وذرات سنگین وزن از سبك وزن درجه‌بندی می گردند .

تسمه فرو بعرض ۱/۲۰ ـ ۱/۸۰ متر و طول مفید آن در حدود ۳ متر میباشد مشخصات دیگران از قبیل سرعت حرکت تسمه،سرازیری آن بستگی بنوع و جنس موادیست که‌روی‌آن عمل میشود . اگرچه امروزه بسیاری از ذرات فلزی بسیار نرم و ریز که بحالت سولفور میباشند میتوان بوسیله دستگاه و طریقه فلوتاسیون که ذیلا ذکرخواهد شد پرعیا نمود ولی برای مواد معدنی اکسیده و کربنات وسیلیکات تسمه فرو هنوز تنها وسیله مؤثر میباشد .

فلوتاسیون

کلیات ـ طریقه فلوتاسیون (Flotation Process) عبارت از ایـن است که هرگاه مواد معدنی گوگرد دار را (سولفورها) کاملا خرد ونرم کرده ودر ظرفی باآب بسیار کمی روغنهای نباتی و اسید یا مواد قلیائی مخلوط کرده و باشدتی هم زده و بهیجان درآوردندحبابهائی برروی سطح مایع بوجود میایندکه هریك ذره‌یا ذراتی با خود گرفته و بالامیاورند و ذرات و دانه های اکسیده،سیلیکات و کربنات و بطور کلی مواد خاکی که‌در قشرکان‌موجوداند در ته ظرف باقی مانده و ته نشین میگردند و در نتیجه از ذرات و دانه های فلزی‌کانی‌جدا میشوند جدائی ذرات نامبرده طوری است که‌حبابها یکسره‌عناصر فلزی‌را باخودبالا آورده ومحصول نهائی عمل‌فلوتاسیون پرعیار نمودن محتوی فلزی مواد معدنی میباشد .

چون تابحال هیچ نظریه‌ای‌طرزعمل وچگونگی روغنهارا درفلوتاسیون صریحاً روشن‌ننموده لذا دراینجا فقط کاری‌که روغنهای مختلف انجام می‌دهند ودر اثر آزمایش وتجربه بدست‌آمده‌بیان میگردد .

بطور کلی هیچ روغن و یا مخلوطی از روغنهای مختلف را نمیتوان برای تمام عناصر گوگرد دار (سولفور های معدنی) همیشه و در شرایط متغیر بکاربرد، زیرا هر نوع موادکانی احتیاج‌به آزمایش‌علیحده و جداگانه‌برای آشنائی‌باطبیعت‌آن‌وشرایط

لازمه‌دارد تاپس از معلوم شدن‌نتایج‌روغن مناسبی‌بکار برده‌شود .

روغن ها را به دو نوع کلـی تقسیم کرده اند :اول نوع کف کننده ۲ـ نوع جمع کننده .

روغنهای کف کننده[1] ـ ازروغنهای سبك وزن تشکیل یافته که اغلب درآب کم و بیش قابل حل بوده ودراثر تکان دادن و هم زدن تولید حبابهای بزرك ومحکم و پردوامی مینمایند . مهمترین انواع آنها عبارتند از : روغن کاج (صنوبر [2]) ـ رزغن تقطیر کاج[3] ـ روغن یو کالیپتوس[4] ـ کره‌اوزوت[5] یاقطران چوب .

روغنهای جمع کننده[6] ـ از روغنهای سنگین‌وزن وغلیظ که درآب غیرقابل‌حل هستند ترکیب شده اند . روغنهای مزبور یك غشاء روغنی برروی سطح ذرات گوگرد دار برقرار نموده‌ولی برذرات خاکی وشبیه بخاك اثری نمیکنند . حبابهائیکه بوسیله روغنهای سبك وزن بوجود میایند خود را باین غشاء (فیلم) روغنی چسبانیده و در اثر بهم‌زدن شدید بالا آمده،ذرات فلزی را با خود آورده و بدین قسم آنهارا از بقیه مواد خاکی که درته‌مانده‌اندجدامینمایند.مهمترین‌انواع روغن‌های جمع کننده‌عبارتند از قطران ذغال سنگ [6] کره‌اوزوت؛ نفت‌سیاه (مازوت)و بسیاری از روغـن های مصنوعی‌دیگر ازقبیل‌زانتاتهای‌قلیائیAlkaline Xanthates وThiocarbanilid و Orthotoluidin و Alpba – naphthylamine الفا نفتیلا مـین‌میباشند گاهی اوقات قطران درخت کاج ممکن است هردو عمـل را یعنی عمل کف کننده و جمع کننده را در آن واحد انجام‌دهد، بدین جهت بهترین و مناسب‌ترین روغنی‌است که در طریقه فلوتاسیون بکار میرود . نکته‌ای که باید در اینجا متذکر شد این است که باید مقداری روغن را قبلا با پولپ یعنی‌موادیکه‌تحت عمل قرار میگیرند کاملا مخلوط کرد بقسمی که روغن آزاد در مخلوط موجود نباشد زیرا روغن آزاد مانـع از ترکیب‌حبابهای‌پایدار گشته‌و آنهارا زودمیتر کاند. مقدار روغن‌لازم‌برای‌فلوتاسیون بسیار کم و ناچیز وبرحسب نوع موادیکه‌عمل‌میشوندناز ۱۵۰ گرم‌الی ۱۰۰۰ گرم در

۱- Frothers ۲- Pine tar ۳- Pine-oil ٤- Eucalyptus-oil ٥- Coal tar
٦- Floattion ۷- Collectors

هر تن تغییر میکند .

بطوریکه از تجربه و آزمایش‌های متعدد بدست آمده مصرف روغن هیچگونه بستگی با مقدار گوگرد محتوی در مواد و سنگهای معدنی ندارد ولی وجود اسیدها وقلیائیها در املاح معدنی کمك مؤثر و مفیدی بعمل روغن ها میکنند

اختراع و بسط طریقه فلوتاسیون در آرایش و تهیه مواد معدنی فقط باعث شد که بسیاری از مواد معدنی فقیر و کم‌عیاری را که تا قبل از ایجاد طریقه نامبرده امکان نداشت باوسائل ممکنه موجود محتویات فلزی آنها را استخراج نمایند قابل استخراج و بهره‌برداری نموده وبآنها ارزش اقتصادی داد بلکه بسیاری از مواد معدنی مختلط و درهم که در آن واحد محتوی سولفورهای چندین فلز میباشند مورد استفاده قرار داده و باعمل طریقه فلوتاسیون تفریقی یکایك آنها را ازیکدیگر جدا نموده و بهره‌برداری مینماید در فلوتاسیون تفریقی (۱) از خاصیت شناوری مختلف اجسام در محلولهای مخصوصی استفاده میگردد و عوامل متغیر از قبیل غلظت پولپ،مقدار روغن،درجه حرارت پولپ،مدت و شدت بهم زدن و تکان دادن و اضافه نموده دواجات شیمیائی دیگر را طوری تنظیم میکنند که شرایط مساعدی برای جدا نمودن سولفوری فلزی از فلز دیگر برقرار گردد . مواد شیمیائی که در فلوتاسیون تفریقی بکار میروند عبارمند از :

۱ ـ آهك ۲ ـ اسید سولفوریك ۳ ـ سیانورپتاسیم ٤ ـ سولفیت سدیم ۵ـ سیلیکات‌دوسود ٦ـ سولفات‌دوزنگ ۷ـ سولفات مس یاکات کبود و غیره .

آهك را معمولا در فلوتاسیون مواد معدنی که محتوی سولفور سرب و روی است بکار میبرند زیرا اسید موجود درآب عمل را خنثی کرده،سولفات‌های قابل‌حل و فلزات سنگین را ته نشین نموده‌و مانع شناوری و بالا آمدن سولفور های آهن و روی میگردد .

اسیدسولفوریك و ته مانده مخازن اسید‌ها را جهت‌شناورنمودن‌وبالاآوردن پیریت و پیروتیت که بوسیله آهك و یا کربنات دوسود موقتاً ته‌نشین شده و پائین

۱— Differential flotation

آورده شده بودند بکار میرود .

سیانورپتاسیم مانع از بالا آمدن و شناور شدن سولفورهای روی و آهن در مخلوطی میگردد زیرا تولید ترکیب سیانور و یا هیدرواکسید در روی سطوح مواد مینماید .

سیلیکات‌دوسود باعث میگردد که حباب‌های تولیدشده شفاف وشکننده باشند .

سولفات‌دوزنگ بمعیت زانتات سبب‌میشوند که‌سولفورسرب بالاآمده وسولفور آهن و روی ته‌نشین گردند وازیکدیگر جدا شوند .

سولفات مس بیشتر بمصرف بالاآوردن‌مواد معدنی‌روی وآهن که در بالا ته‌نشین شده میگردد . البته بعدازجداکردن سولفور

جدول (۱۸)ـ درجات نسبی شناوری و بالا آمدن مواد معدنی

سنگ آهك	$CaCO_3$	۲/٤	كالكوپیریت	$CuFeS_4$	٦
كوارتزیت		٥/۳	كوولیت	CuS	۷۰
كوارتز	SiO_2	۱۰/۷	بورنیت	$CuFeS_4$	۷٥
شروزیت	$PbCO_3$	۱۲/۷	اسفالریت	ZnS	۸۷
كالسیت	CaO	۱۸/٥	گالن	PbS	۹۲
كاولینیت	$H_4A_2L_1SiO_9$	٦۰/ـ	گالكوزیت	Cu_2S	۹۲
پیریت	FeS	٦۲/ـ			

چون در اینجا با آب اضافی برخورد میکنند حباب‌ها فوراً ترکیب و ذرات فلزی را که بدین‌ترتیب از ذرات خاکی جدا نموده بوده باقی میگذارند چون مواد خاکی در اطاق کنسانتره‌ته‌نشین میگردندلذا میتوانآنها رااز منفذی‌که در تحت این قسمت‌قرار گرفته‌خارج‌نمود و یا بطرف دیگری فرستاد

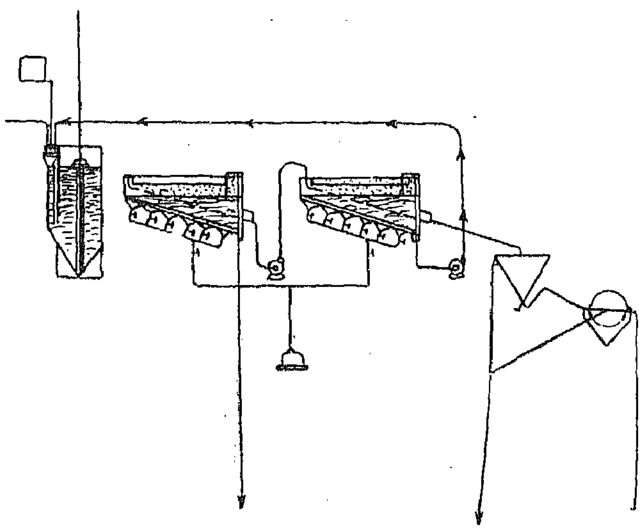
معمولا دستگاه‌ام‌اس M.S[1] را بطور پی‌در پی‌از چندعددمتوالی‌یکی بعدازدیگری درردیف‌های ۱۲عددی‌میسازند.ظرفیت یك‌چنین دستگاه‌درحدود ۴۰۰ تن‌درهر ٢٤ساعت است‌اگرپولپ بشکل‌ماسه باشدودرحدود ۱۷٥تن‌در ۲٤ ساعت‌اگر بطورلجن و بسیار نرم

Mineral Separation Machine — ۱

باشد . قدرت لازم برای دستگاه در حدود ۸ قوه اسب و معمولا درجه گرمای پولپ عادی و متعارفی میباشد . بدنه‌اطاقها را معمولا ازتخته و دستگاه چرخش آنرا از آهن ویااز برنز میسازند .

۲ـ طریقه کالو Callow Process ـ و یا ماشین فلوتاسیون‌هوائی .

دستگاه کالو ازچند مخزن یا تانك کوچك مکعب مستطیل شکلی بطول ۳ متر و بعرض ۸۰ سانتی‌متر و قاعده مورب تشکیل شده است ـ عمق قاعده در قسمتی که پولپ وارد دستگاه میشود درحدود ۵۰ سانتی‌متر ودرآخر قسمت درحدود ۱/۵ متر میباشد(شکل۶۸)

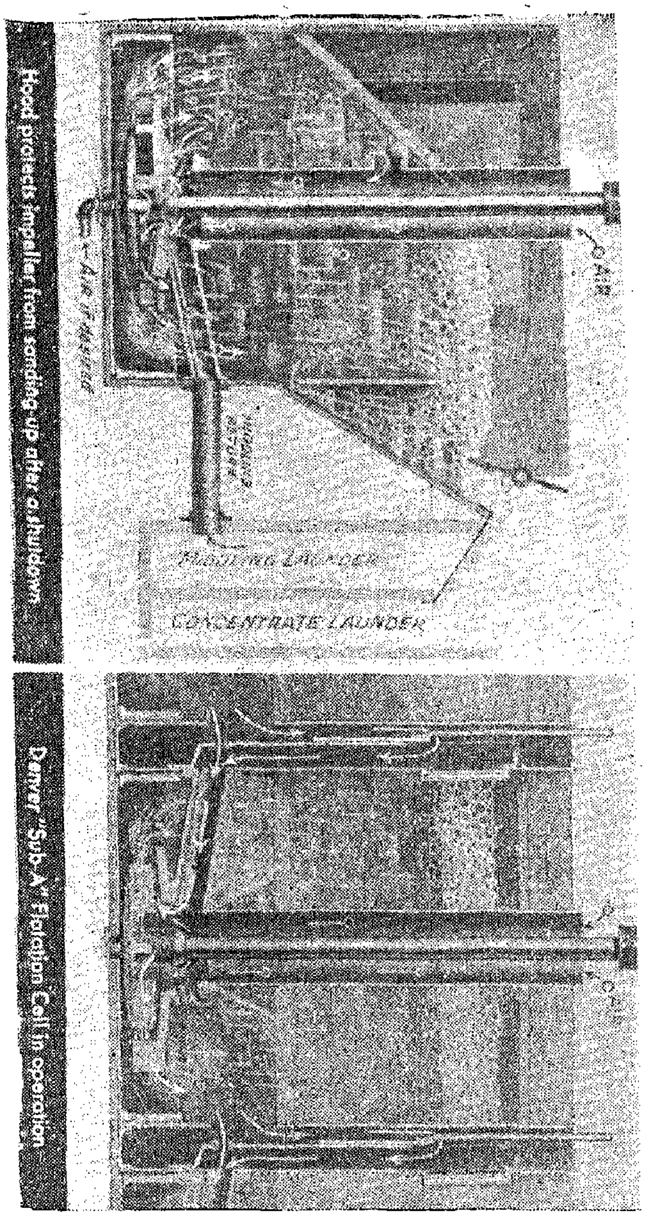


شکل ۶۸- دستگاه فلوتاسیون بطریقه کالو

در طول کف قاعده ۶ الی ۹ عدد سوراخ ساخته شده که بوسیله چند قطعه پارچه‌کلفت برزنتی‌پوشیده گشته و روی‌آن یك‌طبقه تور فلزی با قطعات آهن سوراخ دارمحکم گردیده است.هوای فشرده و متراکم را از درون این منافذ بداخل دستگاه دمیده و مقدار آنرا میتوان بوسیله سوپاپ معینی تنظیم و تعدیل نمود .

هوای نامبرده‌تولید حبابهای‌متعددی کرده‌وحبابهابنوبت‌بذرات فلزی‌روغنی‌شده میچسبند و آنها را بالا میآورند و ازبقیه مواد معدنی و خاکی جدا میسازند . ذرات

فلزیکه با حبابها بالا میآیند بداخل یکدستگاه دیگری وارد شده تا اینکه تصفیه شوند



شکل ۹۶ – برش قائم از ماشین فلوتاسیون دنور

ودرنتیجه به عیار ومحتوی فلزی در اثر کم شدن مواد خاکی افزوده گردد.

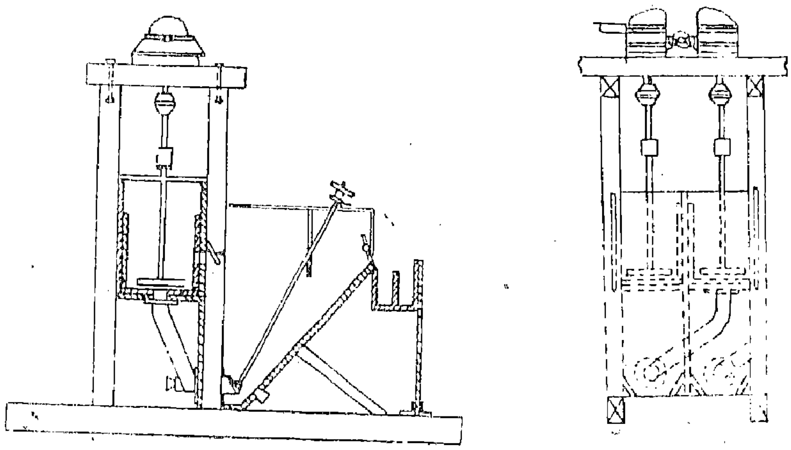
یکدستگاه کالو بین ۲ـ۵ قوه‌اسب نیروی محرکه لازم دارد ومیتواند بین ۳۰ـ۵۰ تن را در هر ۲٤ ساعت عمل نماید. ظرفیت کمپرسور و یا مولد هوای متراکم در حدود ۱۰ فوت مکعب هوای آزاد در دقیقه باید باشد.

ذرات و مواد فلزی که بیکی از طرق نامبرده در بالا ویا طرق دیگر بدست میایند پس از خروج از دستگاههای فلوتاسیون دریك مخزن مخصوصی جمع شده وخشك گشته تا آماده جهت گداز و ذوب در کوره باشند

دستگاه فلوتاسیون ـ ماشینهائیکه در آنها عمل فلوتاسیون انجام میگیرد کلیتا به دودسته تقسیم میشوند.

۱ـ ماشینهائیکه دستگاه حرکت و بهم‌زدن آنها کاملا میکانیکی است.

۲ـ ماشینهائیکه عمل بهمزدن و تکان دادن آنها بوسیله هوای فشرده صورت می گیرد.



شکل ۷۰ ـ ماشین فلوتاسیون نوع M.S

در نوع نخست پولپ بوسیله ملخاك و یا پاروی مخصوصی که در وسط آن میباشد کاملا بهم‌زده شده و دراثر تکان‌دادن مخلوط، حبابهای هوای بسیار ریزی در پولپ بوجود میاید. حبابها بالا آمده و در داخل ظرف مجاوری ریخته میشوند در این ظرف که فضا و محیط آرام و ساکتی حکمفرما است حبابها با ذرات فلزی

روغنی‌شده چسبیده و آنهارا باخود بالامیاورند و بدین‌شکل مواد فلزیرا ازمواد خاکی جدا میسازند .

درنوع دوم پولپرا ازروی پارچه نمدی و یاپتوئی که ازدرون آن هوای فشرده بداخل پولپ دمیده میشود عبور داده و در اثر این هیجان ذرات هوای متراکم تبدیل به حباب های ریز گشته و خود را به ذرات فلزی روغنی شده چسبانیده و آنها را با خود بالا آورده و از مواد خاکی و قشر کان جدا نموده و بطرف دیگری میبرد. اینک مختصراً بشرح هریک میپردازیم:

۱ ـ ماشین فلوتاسیون ام.اس.یا Mineral Separation Machine

نخستین دستگاه فلو تاسیون که از مرحله آزمایش بمرحله عمل رسیده و در اختیار آرایش وتهیه مواد معدنی قرار گرفت و پس از مدت کوتاهی موفقیت بازرگانی پیدا نمود دستگاه فلو تاسیون M.S بود و تا حال هم یکی از بهترین و معمول‌ترین ماشینهای فلوتاسیون بشمار میرود . دستگاه ام.اس که در شکل (۷۰) دیده میشود از نوع نخست یعنی نوعی‌که دارای اژیتاسیون میکانیکی است میباشد . ماشین مزبور شامل یك اطاق اژیتاسیون که در آن پولپ که از ۱ قسمت مواد معدنی نرم شده بقطر متوسط ۰/۲۹۵ میلیمتر و ٤ قسمت آب ترکیب یافته بوسیله یك‌ماناخ یا پاروی مخصوصی که متصل به آلت چرخش میباشد بشدت بحرکت و هیجان درمیآید . در این قسمت ازدستگاه، پولپ کاملا ازهوا اشباع شده و روغن و اسید محتوی بطور مطلوبی مخلوط میگردند . بعداً پولپ داخل اطاق مجاور موسوم به اطاق کف میرود و چون در اینجا حرکت واژیتاستونی وجود ندارد و سکونت محض حکمفرما است ذرات معدنی گوگرددار گوی و حباب ها را احاطه کرده و با آنها بالا آمده و در ظرف دیگری که بشکل ناودان میباشد ریخته شده و ته نشین میگردند و برای از بین بردن آب اضافی آنها را از یکی ازصافیهای میکانیکی ازقبیل صافی میکانیکی الیور (Oliver Filter) عبور داده و

ومواد رسوب شده را بشکل خاکه و یا شکر نرم درآورده خشك نموده و در کوره های شعله و یا کوره های دیگر میگدازند .

طریقه مقناطیسی (۱)

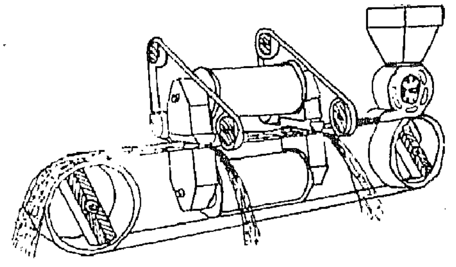
یك طریقه دیگر برای جدانمودن ذرات فلزی از ذرات خاکی وغیر فلزی طریقه مقناطیسی است . در این طریقه از خاصیت مقناطیسی فلزات واختلافیکه در تظاهر این خاصیت ازخود نشان میدهد استفاده میگردد .

در ابتداء اختراع طریقه مقناطیسی فقط از فلزاتی که استفاده میگردید که خاصیت نامبردهٔ را بوجه احسن و بحد اعلا نشان میدادند ازقبیل آهن و نیکل و غیره ولی رفته رفته در اثر ترقیات و پیشرفت هائی که در ساختن الکترو ماگنت (Electro– Magnet) های قوی حاصل آمد امروز میتوان مواد اولیه وذراتیکه چندان خاصیت مقناطیسی ندارند در ماشینهای مخصوصی که برای این منظور ساخته شده اند از یکدیگر جدا نمود وبرعیار و محتوی فلزی آنها افزود ؛ ومخصوصاً عناصری که اوزان مخصوص آنها نزدیك بهم بوده وجدا نمودن آنها بوسیله شستن در آب با ماشین فلو تاسیون و غیره میسر نمیباشد . مثلا جدا نمودن سولفور روی از سولفور آهن و رودونیت (Rhodonite) ازگارنت (Garnet) و (Zincite)از کالسیت (Calcite) و غیره .

در مواردی که میتوان طریقه مقناطیسی را بکار برد و مورد استفاده قرار داد این طریقه کاملا مقرون بصرفه بوده و رضایت بخش میباشد . مهمترین نوع ماشینهای مقناطیسی ماشین وذریل (Weatherill) است که در شکل (۷۱) دیده میشود. ماشین مزبور ازیك تسمه لاستیکی که بسرعت ۱۰ ـ ۱۰۰ متر در دقیقه میتواند حول دو چرخ تخته ای یکی بزرك ویکی کوچك بطرف معینی حرکت کند تشکیل میشود مواد اولیه که برای جدا کردن ذرات فلزی محتوی ازمواد خاکی از داخل قیفی روی تسمه ریخته شده و در موقع عبور از حوضه مقناطیسی قوی که قطبهای آن بترتیب در زیر و روی تسمه مزبورقرار گرفته اندذرات و فلزاتی که دارای خاصیت مقناطیسی بوده بطرف حوضه جلب شده و از ذراتی که ابدا این خاصیت را ازخود نشان نمیدهندجدا

Magnetic Separation — ۱

گشته ودر جای مخصوصی میریزند.البته باتغییرات حوضه مقناطیسی میتوان تغییراتی در درجه‌ومقدارجدا شدن مواد مقناطیسی از مواد غیر مقناطیسی داد و بدین وسیله ذرات فلزی راازغیر فلزی و یا فلزی مقناطیسی‌را از فلزی‌غیر مقناطیسی‌راجدا نمود .



دستگاه مغناطیسی نوع وذریل
(WETHERIL)

شکل ۷۱ — دستگاه مقناطیسی وذریل —Weatheril

فصل نهم
آذرسنجی (۱)

چون بیشتر عملیات گداز فلزات و کار کردن روی آنها بوسیله گرما صورت می گیرد لذا دانستن و آشنائی بدرجات مختلفه گرما و تعیین آنها مخصوصاً درجات بسیار عالی گرما بسی لازم و مهم بنظر میاید .

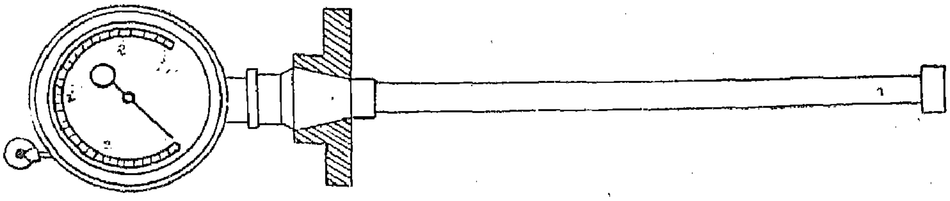
بمنظور اندازه گرفتن و تعیین درجات مختلفه گرما و سائل متعددی ساخته شده و در اختیار صنعت قرار گرفته که در طرح و ساختمان آنها اصول مباحث فیزیکی مانند گرما - نور - الکتریسته به تنهائی یا باهم بکار رفته است . اصولا مورد استعمال آذرسنج وقتی است که درجات گرمای جسمی بمراتب بالاتر از قدرت اندازه گیری گرماسنج ها معمولی جیوه‌ای باشد .

از نقطه نظر استفاده از خواص فیزیکی اجسام و استعمال آنها در طرح و ساختمان آذرسنج، آنها را بطریق زیر تقسیم بندی مینمایند .

۱- آذرسنجهای انبساطی - در اینگونه آذرسنجها از خاصیت انبساط اجسام جامد چه طولی و چه حجمی استفاده میگردد. ازمبحث گرما در فیزیك میدانیم که هرگاه جسمی درگرمای صفر درجه دارای طول Lo باشد، در گرمای t درجه طول آن برحسب فورمول $Lt = Lo(1 + \alpha t)$ خواهد شد . در این رابطه α ضریب انبساط آن جسم جامد است و مقدار آن برحسب نوع و جنس جسم تغییر میکند و برای هر جسمی کمیت آنرا باید بدست آورد و مقدار صحیح آنرا تعیین نمود .

بهترین و عملی ترین این نوع آذرسنج انبساطی آذرسنج شافر - بودنبرگ (Schäffer Budenberg) است که درجه گرما را از اختلاف انبساط طولی آهن و مس تعیین مینماید.این آذرسنج از یك لوله آهنی که در داخل آن یك میله مسی

۱- Pyrometry



شکل ۷۲— آذرسنج انبساطی شافر بودنبرك

قرار گرفته بطوریکه انتها آن بیك صفحه ساعتی متصل میباشد. چون انبساط مس از آهن بیشتر است لذا در نتیجه دراز شدن طول میله مسی دستگاهی را حرکت میدهد که بآن عقربه ساعت وصل است و آن عقربه روی صفحه ساعت که قبلا کالیبره شده حرکت میکند و بدین شکل درجه گرمای جسم مذابی یا حرارت کوره تعیین میگردد.

البته مورد استعمال آذرسنج نامبرده نسبتاً محدود وازطرفی دیگر چندان قابل اعتماد نمیباشد.

نوع دوم آذر سنج انبساطی گرما سنج معمولی جیوه ایست که از انبساط جیوه استفاده میشود. گرماسنج های جیوه که طرزعمل آنها برهمه روشن است چندان مورد استعمالی در کار های گداز فلزات ندارندزیرا درجات گرمائیکه میتوان بوسیله آنها اندازه گرفت تادرجه قلیان جیوه که ۳۶۰ درجه سانتی گراد است کاملا محدود است و بدین مناسبت اسم آذرسنج بآنها اطلاق نمیشود. برای اینکه بشود برد اندازه گیری گرماسنجهای انبساطی را زیاد نمود بجای جیوه مقداری گاز انیدریدکربنیك CO_2 یا ازوت تحت فشار ۶۰ اتمسفر در لوله های مخصوصی که از کوارتز یاسیلیکات بورون (Boron-Silicate) ساخته شده قرار داده و بدین ترتیب مدرج نموده و با آنها میتوان تا ۷۰۰ درجه سانتی گراد بآسانی اندازه گرفت.

۳ـ آذر سنجهای گدازی ـ عناصر واجسام قابل گداز در اثر بالارفتن درجات گرما در درجات معین و ثابتی که دقیقاً معلوم گشته تغییر حالت داده و ازحالت جامد بحالت مایع درآمده و گداخته میشوند. حال اگر جسمی در دست باشد که درجه گداز آن معلوم نباشد ممکن است بوسیله ذوب نمودن مقداری از عناصر و اجسام دیگر

که درجات گداز آنها کاملا معلوم است درجه گداز جسم مجهول را کم و بیش تعیین نمود . آسان ترین راهی که بنظر میرسد از اینقرار است :

یك ظرف چینی مسطحی که درون آن دارای چند فرورفتگی میباشد بدست آورده و در داخل هریك از فرورفتگی‌ها مقدار کمی از فلزات یا همبسته هائی که درجات گداز آنها دقیقاً معلوم است قرار داده و در یك فرو رفتگی دیگری مقداری از جنس یا عنصریکه درجه گداز آن مورد نظر است گذاشته و ظرف را در درون کوره گرمی که میتوان درجه گرمای آنرا متدرجاً بالا برد میگذارند ویااینکه ظرف را در داخل کوره بمنظور تعیین درجه گرمای خود کوره قرار میدهند . پس از اندك مدتی درجه گرمای ظرف با درجه کوره یکنواخت شده و بعضی از عناصر که در فرورفتگی‌های ظرف موجوداند تحت تأثیر واقع میشوند. سپس ظرف را خارج آورده و و محتویات آنرا مشاهده مینمایند .

البته دیده خواهد شد که بعضی از فلزات یا همبسته ها در فرورفتگی ها کاملا گداخته شده یعنی در شرف ذوب شدن و قسمتی دیگر فقط سرخ شده ولـی بحالت جامد باقی مانده اند . فلزاتی که کاملا گداخته شده اند درجه گدازشان پائین تر از درجه گرمای کوره و آنهائیکه بحالت اصلی باقی مانده اند بالاتر از درجه گداز کوره و یا جسم مجهول‌الذوب میباشند . بدین وسیله پس از تعیین کمینه و بیشینه (مینیمم و ماکسیمم) بالاخره درجه گداز مجهول معلوم میگردد

فلزاتی که درجات گداز آن ها بطوریقین تعیین‌شده وبدین منظور بکار میروند عبارتنداز .قلع ۲۳۲ درجه‌سانتی گراد بیزموت ۲٦۷ سرب ۳۲۸ روی ٤۲۰ انتی موان ٦۳۲ ،نقره ۹٦۱ ،طلا ۱۰٦٤ مس ۱۰۸٤ درجه و غیره .

برای تعیین گرمای نقاط مختلفه کوره های آجر پزی و تعیین درجـات گداز مخلوط های مختلف مواد نسوز از این اصل استفاده شده ومخروطهای زیگر Seger که در مبحث مواد نسوز ذکر شد بکار میروند و کامـلا معمول‌میباشند. راجع بطرز استفاده و ساختن مخروطهای‌نامبرده در فصل پنجم مفصلا ذکر شده‌است‌وتکراراین موضوع دراینجادیگر موردی‌ندارد .

۴- طریقه مخلوط - دراین طریقه جسمی را انقدر گرما داده که بدرجه حرارتیکه اندازه آن باید معلوم گردد میرسد، سپس آن جسم را با جسم دیگری در آمیزش درآورده بقسمی که درجه گرمای مخلوط طوری پائین آید که اندازه گرفتن وتعیین آن بوسیله گرما سنج (ترمومتر) معمولی کاملا میسر باشد. در اغلب دستگاه هائیکه ازاین اصل استفاده میشود آن جسمی که گرما میبینند معمولا یك گلوله یا کره ویا یك استوانه فلزی میباشد که پس ازگرم شدن فوراً آنرا درآب سرد فرومیکنند.از اختلاف درجه گرمای آب درقبل وبعد ازعمل درجه گرمای جسم بوسیله گرماسنج بدست میآید.

هرگاه وزن کره یا استوانه فلزی که ابتدا درکوره گرم میشود W وگرمای مخصوص آن S ودرجه گرمائی که باید تعیین شود T باشد و w وزن آب و t درجه گرمای آن درحال عادی وقبل ازآغاز آزمایش و n درجه گرمای مخلوط باشد بنابراین میتوان رابطه زیر را نوشت. مقدار گرمائیکه بوسیله جسم فلزی مفقود میگردد عبارتست از $WS(T-n)$ ومقدار گرمائیکه بآب داده میشود ودر نتیجه درجه آنرا از t به n افزایش میدهد عبارتست از $w\ (n-t)$ بنابراین هرگاه فرض شود که حرارت درجای دیگری مصرف نمیشود وتمام بخورد آب میرود این دو رابطه باید مساوی هم باشند.

یعنی $WS(T-n)=w\ (n-t)$ و T از رابطه زیر بدست میاید.

$$T=\frac{w\,(n-t)+n}{WS}$$

برای مثال آذرسنج ابیزیمنس‌را شرح میدهیم - این آذرسنج که مطابق‌اصول کالوریمتری ساخته شده است از یك ظرف مسی دو دیواره که درآن مقدارمعینی آب جای میگیرد ترکیب شده است. بظرف نامبرده یك گرما سنج معمولی مدرج و صل و چند عدد گلوله‌های فلزی که بترتیب از نیکل - آهن - مس و طلای سفید میباشند با دستگاه موجود است. برای تعیین درجه گرمای جسمی یا کوره یکی از استوانه‌ها را در مجاورت آن جسم و یا درون کوره قرار داده تا اینکه درجه گرمای گلوله با گرمای محیط یکسان و یك‌نواخت گردد سپس گلوله را برداشته وفوراً درظرف مس

که محتوی مقدار معینی آب است انداخته و بوسیله گرماسنج ازدیاد درجه گرمای آب را اندازه میگیرند. اعدادیکه قرائت میشود در رابطه بالا قرارداده و T که درجه گرمای جسم باشد بدست میآید .

۴ـ آذرسنجهای دیده‌گانی ـ ساده‌ترین آذرسنج دیده‌گانی چشم انسانی است و در بسیاری از کارخانجات گداز فلزات اشخاصی هستند کـه در نتیجه سالها تجربـه و ممارست وتمرین زیاد قادر براین میباشند که بادیده تنها میتوانند درجـات مختلفه گرمـا را از روی رنگ تعیین نمایند و تخمین آنها خیلی نزدیك بحقیقت میباشد. ازاین لحاظ درجات مختلف گرما را برحسب رنگ نوریکه از آنها متشعشع میگردد درجه‌بندی نموده‌اند .

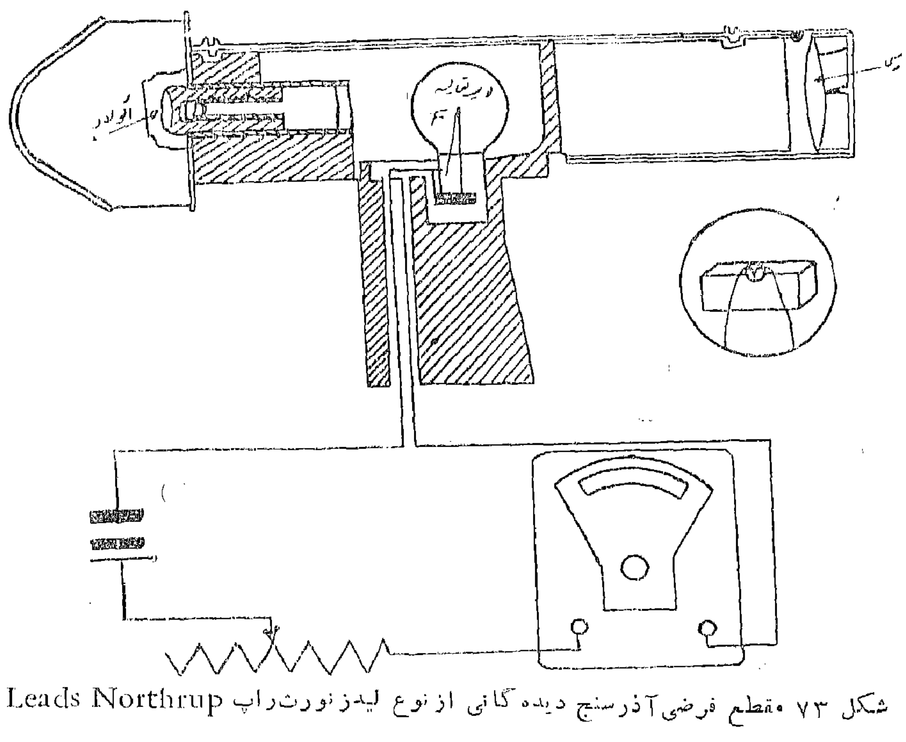
نزدیك بسرخ (قابل رؤیت)	۵۰۰ سانتی‌گراد	سرخ پرتقالی	۱۱۰۰ درجه‌سانتی‌گراد		
سرخ تار و گرفته	۷۰۰ درجه	«	سفید	۱۳۰۰ درجه	«
سرخ گیلاسی	۹۰۰ درجه	«	سفید درخشان	۱۵۰۰ درجه	«

البته پرواضح است که تعیین درجات گرمـای متوسط و عالی بوسیله چشم و رؤیت تنها چندان مورد اعتماد نبوده و دقیق نمیباشد زیرا درخشندگی ظاهری یك جسمی فقط بستگی با درجه گرمای حقیقی آن ندارد بلکه حجم و بزرگی جسم و تاریکی و کم نوری محیط اطراف جسم در مقدار آن نیز بسیارمؤثر است. ازطرفی دیگر چون سلامتی مزاج وصحت بدن بستگی مستقیمی با قوت وضعف قدرت باصره اشخاص دارد بدین جهت ممکن است یك درجه معین گرما چند نوع مختلف بوسیله اشخاص مختلف تعیین گردد .

اصولا اذ رسنجهای دیدگانی چه دیده‌گانی تنها و چه آنهائیکه الکتروا پتیك میباشند از این حقیقت استفاده میکنند که شدت نوریکه از یك جسم گداخته و سرخ شده پخش و منتشر میگردد با درجـه گرمـای آن تغییر میکـند بدین واسطـه

آذرسنجهای نامبرده درجه گرمای جسم مشعشعی را بوسیله فتومتری شدت نور تعیین مینمایند .

در آذرسنج الکترواپتیك Electro-optic نور قرمزیکه از جسم گداخته منتشر میگردد از بقیه رنگهای مختلف‌نور جدا شده و شدت نور قرمز مزبور را با نور قرمز یك‌لامپ‌استاندارد Standard lamp مقایسه میکنندتاوقتیکه‌شدت هردو یکسان‌ویکنواخت گشته و بیك درجه برسند . طریق مقایسه دو نورقرمز،یکی‌از جسم گداخته‌ودیگری‌ازچراغ‌الکتریکی‌ثابت‌برحسب نوع‌وطرزساختمان‌آذرسنجهاالکترو اپتیکی تغییر میکند . مثلا در آذرسنج Wanner, le Chatelier, Féry نور لامپ استاندارد یا چراغ مقایسه همیشه ثابت‌میماند درصورتیکه نورقرمزیکه ازجسم گداخته منتشر میگردد با حرکت دادن خود آذرسنج تغییر میکنند تا اینکه با تنظیم نمودن شدت هر دو نور قرمز یکسان شود .



شکل ۷۳ مقطع فرضی آذرسنج دیده گانی از نوع لیدز نورث‌راپ Leads Northrup

در آذرسنج‌نوع Holborn-Kurlbaum نور قرمز لامپ استاندارد با

حرکت دادن دستگاه تغییر کرده و با تنظیم نمودن آن شدت آنرا برابر شدت نور قرمز جسم گداخته میکنند .

نور جسم گداخته بوسیله عدسی بداخل لوله تلسکوپ رفته و در نقطه F یعنی کانون عدسی میزان میگردد بطوریکه ملاحظه میشود درهمان سطح کانون، یك لامپ مقایسه قرار گرفته که نور خود را از یك پیل (باتری کوچك) گرفته و مقدار جریانیکه از آن عبور میکند ممکن است بوسیله مقاومتی کم و زیاد شود - تصویر جسم گداخته و یا نور منعکس شده و فیلمانهای سرخ شده لامپ مقایسه بوسیله عدسی اکولار که بلافاصله قبل از آن یك شیشه قرمز رنگی قرار گرفته است روئت میشود . دراثر تغییر شدت جریان فیلمان لامپ انقدر قرمز شده که نور قرمزیکه از آن منتشر میگردد مساوی و هم اندازه نور جسم گداخته باشد. دستگاه میلی‌ام متر (Milli-ammeter) که به آذرسنج وصل است طوری کالیبره و درجه بندی شده است که میتوان مستقیماً بوسیله آن درجه گرمای جسم گداخته را خواند و تعیین نمود . چون آذرسنجهای دیدگانی درجه گرمای جسمی را از مقدار و شدت گرمای پرتوئی جسم مزبور تعیین میکنند لذا هرچیزی که دخالت در پرتو و تشعشع دارد و یا مانع عبور اشعه نور گردد صحت عمل آذرسنج را مختل میسازد و طبیعتاً درجه گرمائیکه بوسیله آن تعیین میگردد چندان قابل اعتماد نخواهد بود .

ه - آذرسنج پرتوئی (۱) - آذرسنج تمام پرتوئی آذرسنجی است که تمام گرما و نوری که در امواج مختلف چه بلند و چه کوتاه که از یك جسم گداخته متشعشع میگردد اندازه میگیرد . البته مقدار انرژیکه از یك جسم گداخته بوسیله حرارت تشعشعی بوجود میآید بستگی و رابطهٔ با اندازه درجه گرمای همان جسم دارد ولی این نسبت در تمام شرایط صدق نمیکند زیرا از طرفی شکل و از طرفی دیگر وضعیت سطح جسم در آن دخیل است. نسبت نامبرده در جسمی صدق میکند و مقرون بحقیقت میشود که بتواند تمام اشعه‌های پرتوئی را درخود جذب نموده بدون اینکه چیزی ازخود بخارج بدهد .

Radiation Pyrometer — ۱

اجسامی کـه دارای اینگونه شرایط میباشند عبارتند از دوده چراغ و اجسام سیاه مطلقا .

جسم سیاه جسمی‌است که هیچگونه اشعه و یا گرمائی ازخود منعکس نسازد و درجه تشعشع آن واحد ویکه باشد . وقتیکه آذر سنج پرتوئی درجه گرمای جسمی را کـه در فضای آزاداست اندازه میگیرد،آذر سنج‌مزبور درجـه گرمای حقیقی را نشان میدهـد بشرط اینـکه آن جسم سیاه بـاشد . آذرسنج هـای پرتـوئی برروی دستور استفـان بـولتسمن (Steffan-boltzmann) استوار گشته و دستور نامبرده میگوید .

$$E = K(T^4 - To^4)$$

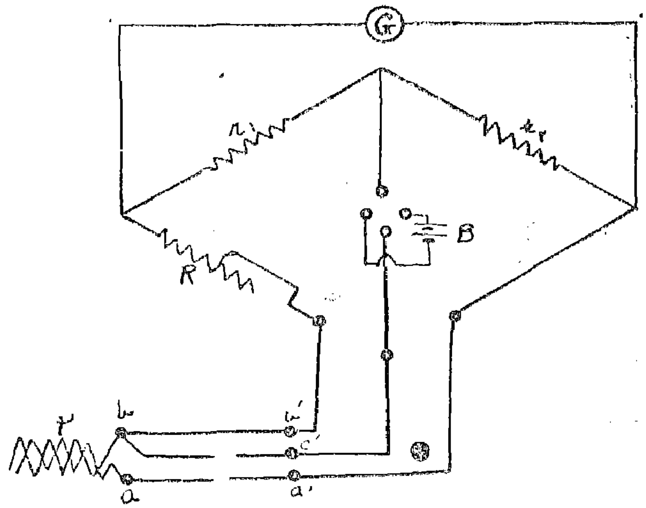
که در آن E مساوی کلیه انرژی (یعنی‌هر نوع موج) متشعشعه‌ایستکه‌از یك جسم کاملا سیاهی که درگرمای T در محیطی که درجه گرمای مطلق‌آن To میباشد منتشرمیگردد . K ضریبی‌است که برحسب واحدهای مختلف تغییرمیکند . درسیستم C . G .S (سانتی‌متر . گرام . سکوند) مقدار K مساویست با $K = ۵/۷ \times ۱۰^{-۱۲}$ وات در هرسانتیمترمربع برای هریك درجه سانتی‌گراد .

آذر سنج پرتوئی فری (FERY) آذرسنج‌پرتوئی‌فری‌ازیك‌تلسکوپ که در داخل آن یك آئینه مقعر (توگود Concave) قرار گرفته ساخته شده‌است گرمـا و نور پرتوئی بوسیله لوله تلسکوپ برروی سطـح آئینه نـامبرده منعکس میـگردد . در مسافت کانـونی آئینه مزبور یـك ترموکوپل بسیار کوچکی جـای گرفته ودرمقابل آئینه مقعر یك آئینه مسطحی‌نیزموجود است که بوسیله‌آن میتوان عکس شکل منعکس شده جسم گداخته را کـه با تلسکوب آذرسنج روئت میشود مشاهده نمود .

۶ ـ آذرسنج مقاومتی(۱) ـ آذرسنج مقاومت الکتریکی یکی از بهترین و درست ترین نوع آذر سنجهای صنعتی بشمار میرود ولی نظر بگرانی بهاء وظریف بودن دستگاه و تا اندازه محدود بودن برد آن استعمال آذرسنج مقاومتی بیشتر در

۱ـ Resistance Pyrometer

آزمایشگاه ها و در کارهای کوچک و ظریف معمول و متداول شده است · اصول ساختمانی آذرسنج مقاومتی الکتریکی عبارت از این است که مقاومت الکتریکی فلزات متدرجاً با بالا رفتن درجات گرما فزونی‌میابد. آذرسنج مزبور مانند آذر سنج ترموکوپل از سه قسمت اصل تشکیل یافته است . در عوض کوپل یك قرقره سیمی Coil کوچکی که از پیچیدن سیم بسیار نازك بر روی قرقره میکائی تشکیل یافته ساخته شده و در داخل یك لوله محافظ قرار گرفته است · قسمتی که درجات گرماروی آن‌خوانده‌میشود‌ازیك‌پل‌الکتریکی‌هویت‌استون Wheatstone Bridge تشکیل شده بقسمی که مقدار مقاومت کوپل‌نامبرده که‌در درون‌جسم گداخته‌ای که تعیین درجه گرمای آن بایدبدست آیدقرار گرفته‌است‌اندازه‌میگیرد.جریان‌الکتریکی بوسیله یك‌پیل خشك بدرون‌کوپل میرود . مقاومت سیمهائیکه به کوپل وصل‌است با مقاومت یك سیم بخصوص که موسوم به سیم Compansating است برابری میکند



شکل ۷٤ — طرز سیم بندی پل هویت استون در آذرسنج مقاومتی الکتریکی

دستگاه‌آذرسنج‌مزبوررا‌ازنقطه نظرالکتریکی طوری‌ساخته‌اند که‌پل نامبرده فقط مقاومت سیمهای قرقره را اندازه میگیرد و معمولا سیم کوپل را از طلای سفید میسازند زیرا پلاتینم در اثر استعمال متمادی بزودی تغییر نکرده و همواره ثابت و

پایدار میماند البته بشرط آنکه مقدار حرارتی که اندازه میگیرد از ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد تجاوز نکند و برای مدت زیادی در ۱۰۰۰ درجه نماند. برای اندازه گرفتن درجات پائین تر ممکن است سیمهای مسی و همبسته های فلزی بکار برده شود.

۷- آذرسنج ترموالکتریك یا ترموکوپل Thermo- Couple

آذرسنج ترموکوپل بر روی این اصل ساخته شده است که هرگاه دو سیم مختلف الجنسی یعنی دو سیم از دو فلز یا همبسته مختلف را در یك نقطه بیکدیگر لحیم کنند و این نقطه اتصال دو سیم را بوسیلهٔ حرارت دهند و یا اینکه در یك جسم گداخته فرو برند و یا در تماس با آن در آورند و دو انتهای آزاد آنرا بیك گالوانومتر [۱] متصل سازند. مشاهده خواهد شد که جریان برقی در درون دو سیم بوجود آمده و مقدار و شدت آن برحسب اختلاف گرمائی که بین نقطه اتصال یعنی قسمت گرم کوپل و دو سر آزاد یعنی قسمت سرد آن موجود است تغییر میکند

گالوانومتر را طوری مدرج میسازند که از خواندن مقدار جریان که از درون دو سیم عبور میکند درجه گرمای جسم بدست آید. اگر نقطه اتصال سرد دو سیم یعنی قسمتیکه متصل به گالوانومتر است درجه صفر را نشان بدهد رابطه زیر بین نقطه اتصال گرم والکتروموتیف فورس .E . M . F که بوجود میآید برقرار خواهد بود.

$$\text{Log}_{10}\,E = A\ \text{Log}_{10}\,T + B$$

که در آن E مقدار میکروولت Microvolt ,T مقدار گرما بدرجه سانتی گراد و B،A ضرایب تجربی هستند که برحسب نوع فلز و یا همبسته ایکه سیم ها را تشکیل میدهند تغییر میکنند. مثلا برای سیم مسی و همبسته کنستانتان [۲]

$$\text{Log}_{10}\,E = 1.14\ \text{Log}_{10}\,T + 1.34$$

و برای سیم های پلاتینی و همبسته پلاتینم و ایریدیم (10٪) Pt - Pt – Ir

$$\text{Log}_{10}\,E = 1.10\ \text{Log}_{10}\,T + 0.89$$

و برای سیم های پلاتینی و همبسته پلاتینم و رودیم (10٪) Pt-Pt–Rhd

$$\text{Log}_{10}\,E = 1.19\ \text{Log}\ T + 0.52$$

میباشد و بدین لحاظ مقدار A و B باید از روی تجربه و آزمایش برای هر

---

۱ - Galvanometer ۲- Constantan alloy

دستگاه بخصوص قبلا تعیین گردد. البته در انتخاب نوع فلز ویاهمبسته هائیکه دوسیم ترموکوپل را تشکیل میدهند بایستی بهاء ومقدار E . M . F حاصله که باید دریك اختلاف درجه حرارت معینی تولید گردد وشرایط عملیات وعوامل دیگر را تماماً در نظر گرفت وتحت مطالعه قرار داد

کلیتا فلزات وهمبسته‌هائیکه در ساختن ترموکوپل‌ها بکارمیروند بردونوع اند:

یك ـ فلزات معمولی و همبسته های گـران بهاء از قبیـل پلاتینم ـ ایریدیم ـ رودیم و همبسته‌های آنها با یکدیگر.

دو ـ فلزات معمولی صنعتی مانند مس ـ نیکل ـ آهن ـ کرم ـ وهمبسته‌های آنها

بـرای انـدازه گـرفتن درجـات بسیـار عـالی گرما و بـرای اینکـه سیمهـای ترموکوپل از تأثیرات زیان بخش شیمیائی بخـارات فلزات گداخته و بخارات دیگر کاملا مصون و محفوظ بمانند معمولا ترمو کوپل ها رااز یك سیم پلاتینم و سیم دیگر را از پلاتینم و ۱۰ ٪ ایریدیم میسازند. ترموکوپل مزبوربرای اندازه گـرفتن درجات ۱۰۰۰ بطور دائم و ۱۲۰۰ °C بطور متناوب بسیار مناسب ورضایت بخش میباشد

یك نوع دیگر که از یك سیم پلاتینم وسیم دیگراز پلاتینم و ۱۰ ٪ رودیم ساخته میشود برای اندازه گرفتن درجات ۱۴۰۰ سانتی گراد بطور دائم و ۱۵۰۰ بطورمتناوب عملی میباشد . نظربه کمیابی و گرانی بهاء فلزات نامبرده لذا سیم هائیکه از آنها ساخته میشوند طبیعتاً بسیارونازك وظریف بوده و کار کردن با آنها مراقبت ودقت بسیار لازم دارد . بر عکس ترموکوپل هائیکه ازسیم فلزات معمولی صنعتی مانند مس ـ آهن ـ نیکل وغیره ساخته میشوند هم ارزان وهم مقاومت اهمی آنها کمتر میباشد والکترو موتیف فورسی که در درون انها تولید میشود بمراتب زیادتر و بیشتر از آنچه که در سیمهای گران بهاء بوجود میآید در نتیجه ممکن است دستگاه تسجیل درجات حرارت وسایر قسمتهای آذرسنج رامحکم و قوی ترساخت و برای کارهای خشن بکار برد.

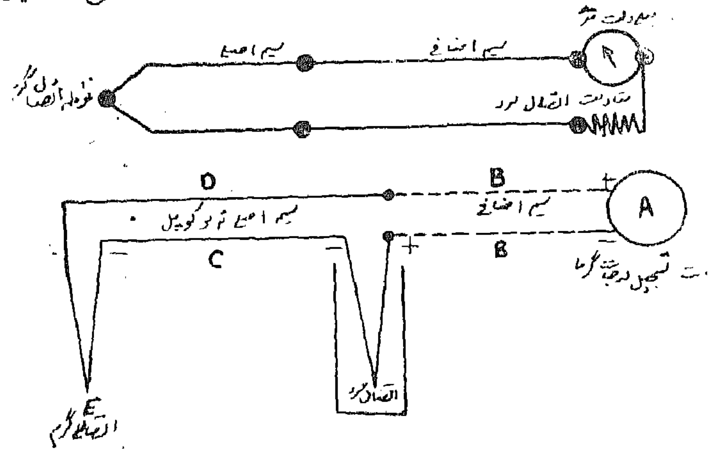
در جدول (۱۹) نوع فلزات وهمبسته هائیکه ممکن است از آنها آذر سنج ترمو الکتریکی ساخت باعالیترین درجه گرمائیکه میتوان بوسیله استعمال آنهاخواند واندازه گرفت داده شده است.

جدول (نوزدهم) مشخصات ترموکوپلهای مختلف

نوع ترموکوپل	بالاترین درجه گرما بسانتیگراد	میلی ولت
مس و کنستان‌تان	۵۰۰ درجه	٤/۸
نقره و کنستان‌تان	۸۰۰ درجه	٦/۷
آهن و کنستان‌تان	۹۵۰ درجه	٤/۸
کرومل و الومل	۱۱۰۰ درجه	٤/۱

کنستان تان Constantan همبسته ایستکه از ٤۰٪ نیکل و ٦۰٪ مس تشکیل میشود کرومل از ۹۰٪ نیکل و ۱۰٪ کرم والومل از ۹۸٪ نیکل و ۲٪ الومینم تشکیل شده‌اند

تکنیك وطرز اندازه گیری درجات عالی گرما بوسیله ترموکوپل در سال ۱۸۸٦ از طرف هانری لوشاتلیه Le Chatelier اختراع گردید. و از کلیاتیکه تا بحال ذکر شده معلوم میگردد که ترموکوپل از سه قسمت اصلی تشکیل میشود.



شکل ۷۵ — طرز اتصال سیمهای ترموکوپل

۱ ـ نقطه اتصال یا نقطه لحیم شده دو سیم از دو فلز مختلف که همیشه درجسم گداخته فرو برده میشود ویادر تماس آن میآید.

۲ ـ اوله حفاظت که از درون آن دو سیم مزبور عبور کرده و تماس بامنبع گرما نمیگیرد.

۳ ـ دستگاه میلی ولت متر یا پتانسیومتر جهت اندازه گیری الکترو موتیف فورس E . M . F که هنگام اختلاف درجات گرما بین دو نقطه اتصالی گرم و سرد در درون سیمها بوجود میآید . ترموکوپلهائیکه امروزه در صنعت بکار میروند طوری ساخته شده اند که قسمت سوم آنها در داخل صندوق یا جعبه الکتریکی قرار گرفته ومتصل بدو دستگاه تسجیل خودکار بوده و درجه حرارت را بطور خود کار اندازه گرفته وبرروی صفحه مدرجی مینویسند وهر آن ممکن است درجه گرمای کوره یا محلی که نقطه اتصال گرم ترموکوپل واقع است بسهولت خوانده و تعیین نمایند .

جدول (۳۰) تقسیم بندی آذرسنجهای صنعتی

نوع و جنس آذرسنج	درجه گرما از تا	اثرات گرمائی که ساختمان اذرسنج برروی آن استوار میگردد
گرماسنج (ترمومتر) جیوهٔ درداخل شیشه	۳۹ تا ۵۲۵ سانتیگراد	انبساط مایع
» جیوه درشیشه سیلیسی »	۳۹ تا ۸۰۰ »	» »
گرماسنج گازی (گازازوت)	۱۳۰ ـ ۵۴۰ سنتیگراد	» گاز
آذرسنج انبساط فلزی	صفر ـ ۵۰۰ »	» جامد
آذرسنج مقاومتی	۱۸۰ ـ ۱۰۰۰ »	تغییر و اختلاف درمقاومت الکتریکی اجسام
آذرسنج ترموکوپل (فلزات گران بها)	صفر ـ ۱۵۰۰ »	تولید ترموالکتریك
آذرسنج » (فلزات صنعتی معمولی)	» ـ ۱۱۰۰ »	» »
مخروطهای سیگر	۶۰۰ تا ۲۰۰۰	ذوب شدن
آذرسنجهای پرتوئی (تشعشعی)	۴۰۰ به بالا	پرتو گرما و نور
آذرسنجهای دیده گانی (اوپتیک)	۶۵۰ تا ۳۵۰۰	پرتو نور

فصل دهم

سر باره‌ها(۱) و مواد گداز آور(۲)

بطور کلی هر ماده معدنی از یك یا چند عنصر فلزی که با عناصر غیر فلزی مانند اکسیژن ـ گوگرد ـ ارسنیك ـ سیلیسیم ـ کربن و غیره به ترکیبات مختلف و متنوع شیمیائی در آمده تشکیل شده است . قسمت غیر فلزی همیشه از مواد خاکی ترکیب یافته و در اصطلاح کانی شناسی به گانگ یا قشر کان معروف می باشد . معمولا قسمتیکه محتوی عناصر فلزی است و بهاء دار است بمراتب کمتر از قسمت خاکی و بی بهاء میباشد . پایه و اساس دانش گداز فلزات بر جدا کردن این دو قسمت از یکدیگر استوار گشته و وظیفه مهندس متالورژیست طرح و ایجاد طریقه ایست که بوسیله آن میتواند قسمت فلزی ماده معدنی را به وجه احسن از قسمت خاکی جدا نماید جهت اینکار معمولا سنگهای معدنی را پس از آرایش و تهیه و افزودن به عیار فلزی آنها با مقداری مواد گداز آور که بعداً تشریح خواهد شد مخلوط کرده و با سوختی در کوره ویا در ظرف مخصوصی گرما داده تا اینکه کلیه مواد جامد بحالت مایع در آیند . مقدار گرما باید همیشه باندازه مناسب باشد و از درجه گرمای گداز ماده مزبور تجاوز کند تا اینکه تمام آن بحالت مایع در آید .

مایعاتی که بدینقسم حاصل میشوند برحسب وزن مخصوص طبقه بندی شده و قسمت خاکی سبك وزن طبیعتاً روی قسمت فلزی سنگین وزن قرار میگیرند و در اینحالت ممکن است قسمت بهاء دار را از قسمت بی بهاء و بیفایده که موسوم به سر باره و یا فضولات است جدا نمود. این ماده در بسیاری از معادن ایران به «داش» و در ضرابخانه به «نفور» مصطلح گشته است

سابقاً چنین تصور میرفت که سر باره (اسکوری) و یا سر باره‌هائیکه در عمل استخراج فلزات از سنگهای کانی و قشر کان یا در موقع تصفیه فلزات از ناخالصیها بوجود میآمدند دارای ترکیبات شیمیائی ثابت و معینی بودند بقسمی که ترکیب آنها

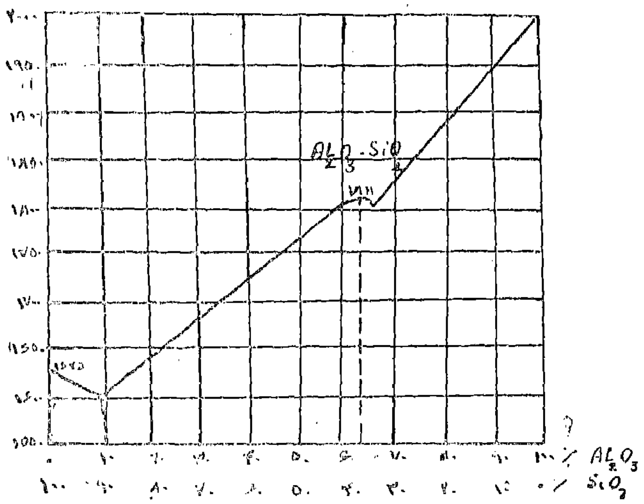
Fluxes -۲ Slags-۱

چه در حال مایع و چه در حال منجمد و بسته شده یکسان و یک شکل میبود . ولی در نتیجه آزمایش‌های زیاد امروزه کاملا روشن گشته و معلوم شده که سرباره‌ها در حقیقت مایعات آذری شبیه به گدازه آتشفشان بوده و قسمت عمده آنها از اکسیدهای فلزی و سیلیکاتها و غیره ترکیب شده‌اند . مثلا سرباره کلسیم - آهن - الومینیم، مایع گداخته اکسیدهای نامبرده در سیلیس میباشد . بدین لحاظ جای هیچگونه تردید نیست که سرباره‌ها متغیر بوده و اختلافات زیادی نه فقط در ترکیب شیمیائی بلکه در خواص فیزیکی از خود نشان میدهند . البته اختلافات مزبور برحسب شرایط گرمائی و شیمیائی و شرایط دیگر که در کوره و محل ذوب یعنی در موقع بوجود آمدن آنها حکمفرما است تغییر میکنند، بنابراین میتوان گفت که سرباره‌ها عیناً مانند فلزات و همبسته‌های آنها در حالت مایع پی روی از اصول فیزیکو شیمی میکنند و از ترسیم نمودار تعادل آنها ممکن است نتایج مفیدی بدست آورد و در عمل بکار برد .

اساساً سرباره‌ها یا از نوع سیلیکاتها یعنی اکسیدهای فلزی که با SiO_2 در ترکیب شیمیائی در آمده اند ویا از نوع غیر سیلیکاتها یعنی اکسیدهای فلزی که با $SO_3, P_2O_5, As_2O_3, Sb_2O_3$ در ترکیب شیمیائی در آمده‌اند میباشند . بطوریکه معلوم است اکسیدهای فلزی و غیرفلزی که قسمت معظم مواد خاکی و قشر کان یا سنگ معدنی را تشکیل میدهند مانند $SiO_2, CaO, AL_2O_3, FeO, MgO$ و غیره به تنهائی و فرداًفرد در درجات عالی گرما بوجود میآیند ولی اگر هرآینه چند اکسید باهم باشند و درآمیزش درآیند آنگاه از یک دستور کلی فیزیکو - شیمی پی روی نموده و درجه ترکیب شدن مخلوط دو اکسید یا بیشتر از درجه گرمای ترکیبی هر یک از آنها پائین تر خواهد بود . اگر درشکل (۷٦) به نمودار تعادل دو اکسید خاکی AL_2O_3, SiO_2 نگاه کنیم مشاهده خواهیم کرد که گرمای تولیدی SiO_2 به تنهائی در ۱٦۵۰ درجه سانتیگراد و Al_2O_3 در ۲۰۰۰ درجه میباشد ولی مخلوطی از هر دو که محتوی ۹۰٪ SiO_2 میباشد در ۱٦۲۵ درجه سانتی گراد بوجود میآید .

اضافه نمودن یک اسید سومی سبب میگردد که درجه ترکیب مخلوط سه اکسیدی باز پائین تر از درجات تولید یکایک آنها باشد

مثلاً اگر مقداری CaO به مخلوط Al_2O_3 و SiO_2 اضافه شود درجه انجماد آن ممکن است تا ۱۱۵۶ سانتی گراد تنزل یابد و این مقدار درجه انجماد مخلوطی میباشد که محتوی ۶۲٪ SiO_2 - ۲۴٪ CaO - ۱۴٪ Al_2O_3 میباشد . نسبت اکسیدها را بیکدیگر میتوان بوسیله نمودار سه محوری که برای بررسی همبسته های سه گانه ترسیم میکنند نشان داد . شکل ۷۷ صفحه ۲۲۰



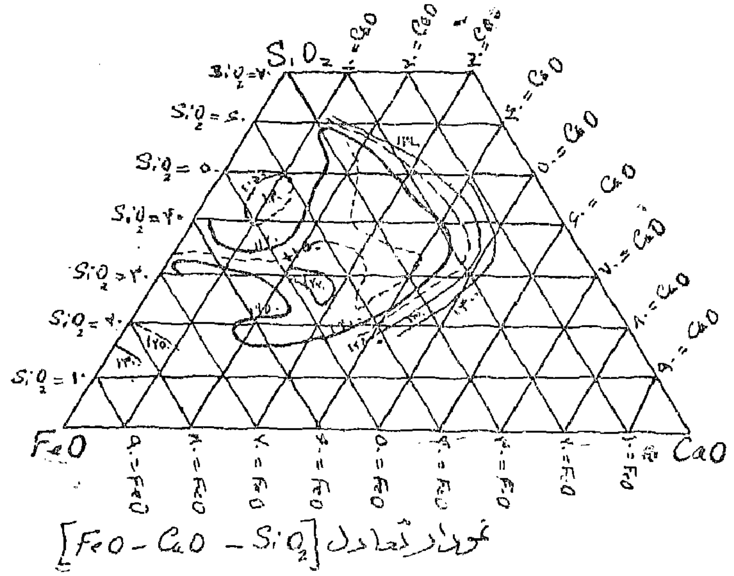
شکل ۷۶ - نمودار تعادل Al_2O_3 و SiO_2

در گداز آهن در کوره های بلند معمولا سر بارهٔ بوجود میآید که عناصر متشکله آن سیلیکات کلسیم والومینیم و گاهی اوقات منیزیم میباشد . سرباره کوره بلند کلسیم والومینیم دار اگر در محتوی SiO_2 و Al_2O_3 غنی باشد برنگ خاکستری در آمده، جنس شیشه و نسبتاً چسبنده وشیره مانند میباشد ولی اگر در محتوی این دو اکسید فقیر باشد جنس آن متبلور و نسبتاً سیال خواهد بود. اگر در کوره بلند بجای سنگ آهک، سنگ دولومیت بعنوان ماده گداز آور بکار رود آنوقت اکسید منیزیم جانشین اکسید کلسیم میگردد . نمودار سه محوری تعادل آن مانند شکل (۷۷) که نمودار سه محوری تعادل سر بارهٔ سیلیکات آهن و کلسیم است میباشد . بطوریکه ملاحظه میگردد کنتورهائیکه در نمودار نامبرده تعیین شده نماینده ترکیباتی از سرباره میباشد که دارای

یك درجه گداز و انجماد هستند .

درجه بندی سر باره ها ـ سر باره هارا درچندین نوع دسته بندی میکنندولی ساده ترین آنها دسته بندی است که برروی نسبت مقدار اکسیژن در اکسید های قلیائی موجود در سر باره به مقدار اکسیژن در اکسیدهای اسیدی آن قرار گرفته و برحسب این نسبت سر بارهارا درجه بندی مینمایند .

سر باره‌های سیلیکاتی را برحسب نوع ومقدار اکسیدهای قلیائی موجود در آنها به سر باره آهن دارو سر باره غیر آهن دار نیز درجه بندی میکنند .



شکل ۷۷ ـ نمودار سه محوری تعادل اکسید ها

جدول (۳۱) تقسیم‌بندی سرباره‌ها

نوع سرباره		نسبت اکسیژن اکسید قلیائی به اکسید اسیدی	اکسیدهای قلیائی دو والانسی	اکسید های قلیائی سه والانسی
سوب سیلیکات	Subsilicate	۱ : ۲	$4ROSiO_2 = R_4SiO_6$	$4RO_3.3SiO_2 - R_3Si_3O_{18}$
مونوسیلیکات	Monosilicate	۱ : ۱	$2ROSiO_2 = R_2SiO_4$	$2RO_{.2}S_3iO_2 = R_4Si_3O_{12}$
سیسکی‌سیلیکات	SesQuisilicte	۳ : ۲	$4RO_3SiO_2 = R_4Si_3O10$	$4R_2O_3.9SiO_2 = R_8Si_9O_{36}$
بیسیلیکات	Bisilicate	۲ : ۱	$ROSiO_2 = RSiO_3$	$R_2O_3.3SiO_2 = R_2Si_3O_9$
تری‌سیلیکات	Trisilicate	:۳۱	$2RO_3SiO_2 = R_2Si_2O_8$	$2R_2O_3.9SiO_2 = R_4Si_9O_{24}$

سر باره آهن دارسر باره‌ایستکه درمحتوی اکسیدآهن FeO غنی بوده و بعلاوه مقداری Al_2O_3,MgO'CaO,MnO و مقادیر کمتری BaO,ZnO و SiO_2 در برداشته باشد. اینگونه سر باره‌هامعمولادر استخراج سرب وم ن وموادمعدنی‌متشابه‌در کوره‌های گداز فلزات نامبرده تولید میشوند ودر بعضی مواردممکن است بجای FeO و MnO وبجای MgO,CaO درعوض $At_2o_3SiO_2$ جایگزین شده باشند. سر باره‌غیرآهن دار سر باره ایست که مقدار کمی و یا هیچ FeO و قسمت معظم آن را SiO_2,MgO,AL_2O_3,CaO تشکیل داده باشد و البته بیشتر در استخراج آهن در کوره بلند گداز آهن بوجود میآیند. قابلیت گداز و زود ذوب شدن سر باره ها نسبت بمقدار سیلیس محتوی تغییر میکند. مثلا سر باره ایکه بتر کیب و از نوع Subsiiicate باشد از همه زود تر گداخته شده وبحالت مایع درمی آید وبرعکس سر باره نوع تری سیلیکات Trisilicate بسیار دیر تر ذوب شده وسخت گداز وخاصیت نسوزی دارد. از طرف دیگر سر باره‌هائیکه زیاد SiO_2 دارند بسیار غلیظ وچسبناك ولزج بوده ودر نتیجه بسهولت وآسانی از قسمت فلزی جدانمیشوند وباعث اتلاف آن میگردند؛ بنابر این در استخراج فلزات ازسنگهای معدنی‌ومواد اولیه باید بارکوده راطوری محاسبه نمود و عناصر متشکله مواد را طوری در نظر داشت که در حین ذوب سربارهٔ به ترکیب‌تری سیلیکات وحتی بی سیلیکات درنیاید وسعی شود که ترکیب آن از نوع سوب سیلیکات ومونو ویابیشتر سسکی سیلیکات باشد. زیرا اینها زود تر از فلزات مایع جدا شده و چون سیلان آنها خوب است بسهولت ازمجرای کوره بیرون‌میریزند ودر درون‌خود ذرات فلزیرا نگرفته وباعث اتلاف آنها نمیشوند.

جدول (۳۴) ترکیب شیمیائی سرباره های مهم صنعتی

محلی که سرباره تولید میشود	SiO_2 ٪	FeO ٪	CaO ٪	AL_2O_3 ٪	ZnO ٪	S ٪	MnO ٪	CuO ٪	Mgo ٪	P_2O_5 ٪
استخراج مس در کوره بلند	۳۹/۸۷	۲۲/۸۳	۲۶/۳۸	۶/۳۵	۱/۴۰	۰/۵۲	/۶۰	۰/۳۰		
« مس در کوره شعله (روربر)	۴۰/۱۰	۳۴/۸۰	۸/۵۰	۱۱/۲۰	۲/۳۰	۰/۷۰	/۳۰	۰/۴۵		
« سرب در کوره بلند	۲۳/_	۴۱/_	۱۵/_		۱۶/۳					
« سرب در کوره بلند	۳۲/_	۳۳/۳	۲۱/۸		۴/_		۱/۴۲		۱/۴	
« آهن در کوره بلند	۳۵/۵۵	–	۴۰/۵۲	۱۲/۰۵					۸/۸۶	
پولادسازی درطریقه بسمر (اسیدی)	۶۵/۸	۱۸/۵					۱۱/۷			
پولادسازی درطریقه بسمر (قلیائی)	۱۵/۱	۲۰/۳	۴۲/۲				۹/۰		۸/۵	۳/۸۵
« « درطریقه‌زیمنس‌مارتن (قلیائی)	۱۰/۸	۲۲/۰۱	۴۴/_	۱/۵۵			۹/۰		۶/۵۳	۵/۶۱
« « بطریقه الکتریکی	۲۰/۴۸		۶۱/۸۲	۴/_		۱/۰			۸/۴۰	

خواص فیزیکی سر باره‌ها ۱ـ قابلیت گداز ـ درجه گرمائیکه در آن سر باره بوجود میآید بر حسب مقدار سیلیس محتوی یا درجه سیلیکات آن و نوع اکسیدهای قلیائی در آن تغییر میکند . مثلاً ممکن است یك سر باره از بی‌سیلیکات Bisilicate که عناصر متشکله آن اکسید آهن واکسید آلومینیم است زود گدازتر از یك سر باره سوب‌سیلیکات اکسید باریوم و اکسید منیزیوم باشد درصورتیکه قبلاً گفته شد که بی‌سیلیکات‌ها معمولاً دیر گداز و در درجات عالی تر گرما از سوب‌سیلیکاتها ترکیب میشوند.

۲ ـ وزن مخصوص ـ وزن مخصوص سر باره برحسب نوع اکسید های قلیائی (بازیك) که در آن موجود اند از ۲/۵ ـ ۵ تغییر میکنند ـ رقم معمولی در حدود ۳ است . معمولاً سر باره آهن ۳ وسرب ومس ۳/٤ و ۳/٦ میباشد .

۳ ـ سیلان ـ سیلان و آبگین بودن یکی از مهمترین خواص مطلوبه سر باره‌ها میباشد زیرا جدا شدن قسمت فلزی از سر باره و انجام عمل استخراج بطور رضایت بخش بستگی مستقیمی با این خاصیت دارد . چون سر باره باید در اغلب موارد از درون سوراخ و منفذ کوره بخارج ریخته شود لذا باید درجه جریان وسیلان آن طوری باشد که بتواند بسهولت و آسانی از منفذ مزبور خارج شود. جهت اینکار درجه گرمای کوره را همیشه باید در حدود ۱۰۰ درجه بالاتر از درجه گرمای ترکیب و گداز سر باره نگاهداشت. سر باره چسبناك ولزج همیشه متلف فلزات بوده و مقدار زیادی بشکل ذرات ریز در خود نگاه میدارد .

۴ ـ جنس ـ جنس و ترکیب ظاهری سر باره برحسب درجه و سرعت سرد شدن و ترکیب شیمیائی تغییر میکند و در نتیجه عوامل نامبرده ممکن است جنس سر باره شیشهٔ، سنگی پورسلانی ویا بلوری باشد. سر باره کوره بلند ذوب آهن که در آن زغال چوب بمنزله سوخت بکار رفته است اگر زود و باسرعت سرد شود جنس آن شیشهٔ و اگر بتدریج و باتأنی سرد شود جنس آن پورسلانی ویا چینی شکل خواهد داشت. سر باره‌های قلیائی اغلب دارای جنس سنگی و شبیه بان در میآیند .

برای آشنائی بانواع سر باره‌های مهم اینك چندسر باره سیلیکاتی را که در استخراج مس ـ سرب ـ طلا ـ نقره و آهن بعمل میآیند شرح میدهیم :

الف ـ سیلیکات سدیم و پتاسیم ـ سر بارهٔ که عضو متشکله آن سیلیکات سدیم و یا پتاسیم میباشد معمولا در درجات پائین گرما بوجود میآید و اغلب در کارهای کوچك و در آزمایشگاهها در موقع تجزیه طلا و نقره ساخته میشود. جنس اینگونه سر بارهها شیشهٔ و نسبتاً شفاف بوده و درجه سیلان و جاری شدن آنها خوب و زیاد است.

ب ـ سیلیکات آلومینیم، کلسیم و منیزیم ـ سر بارهٔ که از عناصر نامبرده متشکل میشود در درجات عالی گرما ترکیب میگردد و چون نسبتاً چسبناك و لزج هستند کمتر سعی میشود که در عمل استخراج فلزات ترکیب شوند

ج ـ سیلیکات کلسیم و آلومینیم ـ از مهمترین انواع سر بارهها بشمار میرود و در بسیاری از عملیات استخراج فلزات مخصوصاً آهن تولید میشود. رنك انها خاکستری و از SiO_2 و Al_2O_3 غنی هستند. جنس آنها شیشهٔ ولی چسبناك و اگر هر آینه در مقدار دو اکسید نامبرده فقیر باشند جنس آن بلوری و درجه سیلان خوبی خواهند داشت.

د ـ سیلیکات آهن و کلسیم ـ این سر باره دراستخراج بسیاری از فلزات از قبیل مس ـ نیکل ـ سرب و فلزات مشابه تولید میگردد ولی بطور عموم طرز عمل طوری است که در کورههای بلند سر باره متشکله از نوع منوسیلیکات و در کورههای شعلهٔ از نوع سهسکی سیلیکات در می آیند. البته بودن CaO باندازه معین درجه سیلان و جاری شدن سر بارهها را زیاد میکند.

اکسید آلومینیم ـ تری اکسید آلومینیم Al_2O_3 در بسیاری از سر بارهها وجود دارد ولی تابحال بطور یقین معلوم نگردیده که اکسید نامبرده چه رلیرا بازی میکند زیرا در سر باره ایکه مقدار SiO_2 آن زیاد است عمل Al_2O_3 را مانند یك اکسید قلیائی می پندارند و وقتی که مقدار اکسید های قلیائی فزونی مییابد عمل Al_2O_3 مانند یك اکسید اسیدی تصور میشود. بسیاری از دانشمندان متالوژی اکسید آلومینم را اسید دانسته و در محاسبه بار کوره بعنوان اکسید اسیدی در نظر میگیرند

سر باره ها غیر سیلیکاتی ـ سر بارههای غیر سیلیکاتی معمولا از اکسیدهای فلزی که با اکسید های اسیدی از قبیل P_2O_5, Ba_2O_3, S_2bO_3, As_2O_3, TiO_2 و غیره ترکیب شده اند تشکیل یافته و در موارد بخصوص مانند تصفیه چدن در طریقه پودلاژ و ساختن آهن چکش خوار و در موقع دفع گوگرد در چدن بوسیله MnO بوجود میآید

مواد استعمال سر باره‌ها ـ سابقاً قضیه برطرف نمودن و از بین بردن سر باره‌ها در کارخانجات گداز فلزات مخصوصاً آنهائیکه در شهرهای صنعتی پرجمعیت واقع شده بودند مسئله غامضی بود زیرا انباشتن آن در کارخانه ، فضای زیادیرا اشغال مینمود؛ بدین لحاظ در ابتداء امر حتی‌المقدور سعی میشد که سر باره‌ها را از کارخانه خارج کرده و بمصرف پر کردن مردابها و گودالها و ترمیم فرورفتگی در شهرها و خیابانها و غیر برسانند و یا اگر کارخانه نزدیك بدریا و دریاچه بود سر باره‌ها را مستقیماً در دریاچه و دریا ریخته و کنارهٔ آنهارا پر میکردند. چون هزینه حمل و نقل سر باره از کارخانه بخارج بتدریج یك رقم قابل ملاحظه شده بود لذا در صدد برآمدند که سر باره ها را بطرق منفعت داری بکار برده و در عوض آنها را به منابع ثروت و استفاده تبدیل نمایند . درنتیجه آزمایشهای زیاد معلوم گردید که میتوان از سر باره‌ها استفاده سرشاری نمود و بهترین موارد استعمال آنها ساختن سیمان و آجرفرش خیابانها وساختمان قسمتی از کوره‌ها و پشم صنعتی برای تصفیه مجاری فاضل آب خیابانها میباشد .

سر باره‌هائیکه ازکوره‌های استخراج سرب و مس بدست میایند در قالبهای مخصوصی ریخته و آجرهائی باشکال مختلف برای پوشش قسمت درونی دودکش کارخانجات و در اساس و شالوده کوره‌ها بکار میبرند . سر باره‌های قلیائی را بشکل دانه های ریز درآورده، خشك کرده و پس از خرد و نرم کردن با ۵۰٪ وزن آن اکسید کلسیم CaO مخلوط کرده و بشکل آجر ساختمانی در میآورند . گاهی اوقات سر باره‌را پس ازانجماد شکسته و بقطعات کوچك درآورده و بشکل بالاست Ballast بین ریلها در راه‌آهن و برای زیرسازی خیابانها وشوسه‌ها بکارمیبرند .

در اثر دمیدن هوای متراکم بوسیله آلت مخصوص میتوان سر باره را بشکل نخ و یا باصطلاح پشم درآورد و در این حال بهترین ماده ایست که برای پر کردن صندوقهائی که محتوی شیشه و چینی آلات و چیز های شکستنی هستند بشمار میرود و نتیجهٔ درحین حمل و نقل بآنها آسیبی وارد نمیآید . از سر باره کوره‌های بلند گداز آهن معمولا سیمان « Cement » میسازند ولی سر باره‌ای که در پولاد سازی بطریقه

زیمنس‌مارتین «قلیائی» بعمل میآید چون گاهی اوقات ممکن‌است تا ۱۵٪ P_2O_5 در برداشته باشد لذا آنرا برای کود زراعتی بکار میبرند .

مواد گداز آور

مواد گداز آور و یا کمك ذوب موادی هستند که با مواد اولیه و سنگهای معدنی فلزی درکوره مخلوط شده وکمك به گداختن آنها میکنند وبعلاوه با قسمت خاکی یعنی گانگ درآمیزش شیمیائی درآمده تشکیل سرباره داده وقسمت فلزی پربهاء را از قسمت خاکی بی‌بهاء در کوره جدا و مجزا میسازد . بهترین مواد گدازآوری که در استخراج فلزات صنعتی بغیرازآهن بکار میروند عبارتند از اکسید آهن - کاربنات کلسیم - سنك آهك وسیلیس وگاهی اوقات فلورسپار و فلوورکلسیم (CaF_2) و البته نوع ماده گدازآوری که در استخراج فلز بخصوص‌انتخاب میشود باید برحسب نوع و مشخصات سنك معدنی فلز تغییر کند . مثلا یك سنك معدنی‌مسی که مقدارکمی نیز نقره بهمراه دارد وسیلیس قشرکان آن زیاداست طبیعتاً نیاز بمواد گداز آوری مانند سنك آهك و اکسیدآهن دارد تا اینکه سرباره با درجه مناسب بتواند تشکیل گردد .درصورتیکه سنك معدنی‌قلیائی سرب نیاز باضافه نمودن‌مقداری سیلیس بعنوان‌مادهٔ گدازآوردارد.البته‌خیلی‌مفیدتر و بهترخواهدبود که‌مواد گداز آور از موادی‌انتخاب‌شوند که علاوه‌برعناصرمعمولی که بایدموجودباشندمقداری‌فلزات گرانبهاء ازقبیل‌طلا-نقره و یا طلای سفید وجودداشته‌باشندوبدین‌قسم‌آنهارادرمس‌ویاسرب‌حل نموده و بعداً در حین تصفیه آنها را بدست آورند بدون اینکه هزینه‌زیادتری، البته بغیر از قیمت اولیه ، متحمل شوند . مثلا اگر لازم است مقداری سیلیس بعنوان ماده گدازآور در استخراج مس و یا سرب یا ماده معدنی متشابه اضافه گردد بهتراست که در عوض گوارتز خالی شن و ماسه های طلا دار که از آب‌رفت‌ها بدست میآید اضافه‌گردد؛ گاهی اوقات بندرت‌اتفاق میافتدکه مواد معدنی طبیعی و یا آرایش وتهیه شده « خودگداز . میباشند یعنی اکسیدهای خاکی چه اسیدی و چه قلیائی‌که درقشر معدن‌موجوداند در نسبتی هستندکه میتوانند بدون اضافه نمودن‌موادی از خارج با

همدیگر درآمیزش درآمده و «سرباره» مناسبی بوجود آوردند .

سنك آهك ـ یکی از مهمترین ومعمول ترین مواد گدازآور که دراستخراج آهن وفلزات دیگر زیاد بکار میرود سنك آهك است ، بجهت اینکه اغلب سنگهای معدنی مس وسرب ودیگر اسیدی میباشند وباید آنها را با اکسید قلیائی مناسبی مخلوط کرد تا سرباره مناسبی بعمل آید .

سنك آهك را هیچگاه به تنهائی بکار نمیبرند وهمیشه باید مقداری اکسید آهن بهمراه آن باشد . مقدار درصد آهك در بار بمراتب زیادتر ازسنك آهن است زیرا ازطرفی ارزان تر وازطرفی دیگر میتواند مقدار بیشتری ازسیلیس را خنثی نماید.

سنك دولومیت را بجای سنك آهك نمیتوان زیاد بکاربرد،زیرا اکسیدمانیزیم MgO باعث چسبناك ولزج شدن سرباره گشته و نمیگذارد قسمت فلزی ازسرباره بخوبی جدا شود و آزادگردد .

اکسید آهن ـ بطوریکه ذکرشد اکسید آهن باید بهمراه سنك آهك در استخراج سنگهای معدنی فلزی است ازقبیل سرب ومس ونقره ونیکل وغیره استعمال شود . بهترین نوع آن همان اکسید های طبیعی میباشدکه در استخراج آهن مورد استفاده واقع میشوندولی بهای آنها بمنظورمواد گدازآورزیادو گران است.سرباره ایکه از سیلیکات اکسید آهن ترکیب شده نسبتاً سیال ولی وزن مخصوص آن بالا است لذا بسهولت درآن ته نشین نمیگردد واگر مقدار اکسید آهن FeO به۶۵٪ برسد حالت خورندگی (کوروسیف) بخودگرفته وپوشش درونی کوره را خراب میکند و از بین میبرد .

در استخراج مس حدود اکسید آهن FeO در سرباره باید بین ۲۵ ـ ۵۰٪ و اکسیدآهك CaO بین۱۲ـ۲۵٪ وسیلیس SiO_2 بین ۳۲ـ۴۰٪ باشد .

در استخراج سرب حدود FeO ۲۴ـ۵۲٪ و CaO ازصفر تا۳۰٪ و SiO_2 از ۱۸ تا۳۶٪ باید باشد .

سیلیس ـ سیلیس لازم راهمیشه بشکل شن وماسه شسته شده ـ کوارتز وکوارتزیت بکار میبرندو گاهی اوقات سنگهای کانی که درسیلیس غنی هستند استعمال میکنندالبته

این گونه مواد همیشه دارای مقداری فلدسپار، هورن بلند و میکا بوده و سیلیکاتهای نامبرده درعمل کمکی باستخراج نمیکنند بلکه اضافه بربار کوره بوده و برای گداخته شدن مقداری سوخت گران بها بیهوده مصرف میشود .

از این لحاظ در استعمال وانتخاب مواد سیلیسی باید مراقبت کامل ومطالعه لازم انجام گیرد .

غلطنامه

صفحه	سطر	غلط	صحیح
۱۰	۱۸	پرعیارتو	پرعیارتر
۱۱	۱۱	کررنبات	کربنات
۱۲	۹	محلولها	محلولهای
۱۳	۲۰	عنر	عنصر
۱۶	۲۱	نهوده‌اند	نموده‌اند
۲۹	۱۶	۲۳۰۸	۲۳/۸
۳۰	۱	وبابویلز	ویابویلز
۳۱	۲	حوادثی	حرارتی
۳۱	۱۲	۶×۳۶۰	۶۸۳۶۰
۳۶	۱	مواردی	موادی
۳۹	۲	استمهال	استعمال
۴۶	۲	کوده کلدزا	کوره گداز
۵۲	۱۹	میباشدرواگر	میباشداگر
۵۲	۲۰	گردددو،	گردد و
۵۵	۲۵	یقدریکه	بقدریکه
۵۸	۱۷	بله	بلکه
۵۸	۲۲	ومقصود	ومحصول
۶۷	۴	موارد	مواد
۶۹	۴	ازدیگر	از یکدیگر
۶۹	۸	اشتباع شده	اشباع شده
۷۱	۱۷	دسته‌استدیگر	دسته‌دیگر
۷۱	۱۷	که‌ازترنفت‌اکم	که‌نفت‌ازترا کم
۷۲	۶	وابراز	وابزار
۷۴	۱۲	پنتان	
		(C_3H_{12})	(C_5H_{12})
»	»	هکسان	

صفحه	سطر	غلط	صحیح
		C_2H_{12}	(C_6H_{12})
»	»	نونان	نومان
		$C_4H_{20})$	(C_9H_{20})
۷۶	۹	نقطه‌اشتغال	نقطه‌اشتعال
۸۰	٤	درجم	درحجم
۸۱	۱۸	مترسبب	مترسب
۹۰	۳	مجداً	مجدداً
۹۱	۸	گاز	گازی
۹۶	۳	کارولن	کائولین
۱۰۸	۱۱	ماینیزنی	مانیزیتن
۱۲۱	۲۲	درن	دراین
۱۳۲	۵	Becheboux	Becheroux
۱۵۳	۲۰	تشویه‌اکسیدن	تشویه‌اکسیدان
»	۲۳	مشگلاتن	مشکلاتی
۱۷٤	۲۰	Eccentrie	Eccentric
۱۹۶	۱۳	نموده	نمودن
۱۹۶	۱٤	سولفوری	سولفورهای
»	۱٤	عبارمند	عبارتند
۱۹۸	جدول ۱۸	$ÇuFeS_4$	$CuFeS_2$
»	»	$CuFeS_4$	Cu_5FeS_4
»	»	$H_4A_2l_1SiO_9$	$H_4Al_2Si_2O_9$
۲۱۰	۸	روئت	روئت
»	۲۲	نسیت	نسبت
»	»	FeS	FeS_2
۲۲۲	۵	$At_2O_3SiO_2$	$Al_2O_3.SiO_2$

حماسه سرائی در ایران	تألیف دکتر ذبیح الله صفا
وراثت (۱)	» دکتر عزت‌الله خبیری
آراء فلاسفه در بارهٔ عادت	ترجمهٔ دکتر برزو سپهری
کالبدشناسی هنری	تألیف دکتر نعمت‌الله کیهانی
موسیقی ساسانی	» مهدی برکشلی
اساس الاقتباس خواجه نصیر طوسی	بتصحیح مدرس رضوی
تاریخ بیهقی (۲)	» سعید نفیسی
بیماریهای دندان	تألیف دکتر محمود سیاسی
بهداشت و بازرسی خوراکیها	» دکتر سرهنگ شمس
ابن سینا و تأثیر آن در ادبیات پارسی	» دکتر محمد معین
نقشه برداری (۲)	» مهندس حسن شمسی
گیاه شناسی	» حسین گل گلاب
تاریخ دیپلوماسی عمومی	» دکتر حسن ستوده تهرانی
روش تجزیه	» دکتر علی اکبر بریمن
بدایع الازمان فی وقایع کرمان	فراهم آورده دکتر مهدی بیانی
حقوق اساسی	تألیف دکتر قاسم زاده
درختان جنگلی ایران	تألیف مهندس حبیب‌الله ثابتی
مقررات دانشگاه	—
راهنمای دانشگاه	—
فقه و تجارت	تألیف زین العابدین ذوالمجدین
حماسه ملی ایران	ترجمهٔ بزرگ علوی

بزبانهای دیگر

A Strain Theory of Matter	Dr. M. Hessabi
Les Espaces Normaux	Dr. M. Hachtroudi
University Handbook	
Guide de l' Université	

ف
۶۶۹

ی ۹۸
ج

ف
۶۶۹

۱۳۷۱

اصول گداز و استخراج فلزات جلد ۱

Date	No.	Date	No.